



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**Facultad de Tecnología de la Construcción**

## **Monografía**

**“DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LOS BARRIOS BERNARDINO DIAZ OCHOA Y TOMÁS BORGE MARTINEZ DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SOMOTO, DEPARTAMENTO DE MADRIZ, 2019”.**

Para optar a título de Ingeniero Civil

### **Elaborado por**

Br. Víctor Ernesto Alfaro Carrasco

Br. Cruz Alberto Obregón López (Q.E.P.D)

### **Tutor**

M.Sc. Ing. Sergio Junior Navarro Hudiel

### **Asesor**

Ing. Juan Leonardo Chow Zuniga

Managua, Nicaragua 2019

## DEDICATORIA

De todo corazón y con mucha gratitud dedico este trabajo:

A Dios nuestro señor, por darme la vida, sabiduría, entendimiento y la voluntad de seguir siempre adelante; por cuidar en todo momento de mi familia y de mí, por estar siempre conmigo en mis momentos más felices y en los más oscuros e inciertos de mi vida, gracias por no desampararme.

A mis padres, Víctor Manuel Alfaro Díaz Y Francisca Isabel Carrasco, por brindarme siempre su confianza y apoyo incondicional, por preocuparse y cuidar de mí, gracias por aguantarme todos estos años y espero que así sea por muchos más.

A mis segundos padres; Diana María Palma Carrasco y Ernesto López Fonseca, por brindarme su apoyo incondicional, ser figura paterna en mi vida y haberme inculcado buenos valores, gracias por ser tan generosos conmigo y deseo lo mejor para ustedes.

A la memoria de mi primo, Ebert José Cuadra Palma, gracias por haberme inculcado buenos consejos durante el tiempo que tuve la dicha de tenerte a mi lado, para ser un mejor ser humano.

A mis tíos y demás familiares, por brindarme siempre su apoyo.

En especial dedico esta monografía a la memoria de mi querido amigo, Br. Cruz Alberto Obregón López, por ser una gran influencia en mi vida durante los seis años que compartimos juntos en la universidad, por haberme regalado solo buenos momentos que recordare siempre y por haber sido el mejor amigo que jamás tendré, mis triunfos también serán los tuyos.

Gracias a todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la culminación de esta meta.

Víctor Ernesto Alfaro Carrasco

## AGRADECIMIENTO

A Dios Nuestro Señor, por darme la vida, sabiduría y la voluntad de seguir siempre adelante, tendiéndome su mano.

A mis padres y familiares, por inculcarnos buenos valores, habernos guiado cuando lo necesite, cuidar con amor, paciencia y dedicación; por haberme brindado su apoyo y confianza, sin ellos no hubiese sido posible el recorrer este camino tan largo.

A mis hermano por brindarme su apoyo y tiempo durante la elaboración de este trabajo.

A mis compañeros, por haber compartido con nosotros toda nuestra formación universitaria en un ambiente de respeto y amistad.

A la Alcaldía y ENACAL Municipal de Somoto, por brindarnos apoyo y proveernos la información necesaria para la realización de este trabajo.

Un cordial agradecimiento a nuestro tutor M.Sc. Ing. Sergio Junior Navarro Hudiel y asesor, Ing. Juan Leonardo Chow Zuniga, por su amable atención, apoyo y ayuda en todo momento.

A todos los docentes que nos impartieron con paciencia y dedicación, sus enseñanzas durante estos cinco años de carrera y en general a todas las personas que colaboran en la Universidad Nacional de ingeniería Facultad de Tecnología de la construcción sede Estelí (UNI-Norte).

Víctor Ernesto Alfaro Carrasco.

*“No digas no puedo ni en broma, porque el inconsciente no tiene sentido del humor, lo tomará en serio y te lo recordará cada vez que lo intentes”.*      Facundo Cabral.

## RESUMEN

El presente trabajo describe en forma detallada el procedimiento a través del cual se desarrolló el diseño de sistema abastecimiento de agua potable en los barrios Bernardino Díaz Ochoa y Tomas Borge Martínez del casco urbano del municipio de Somoto, departamento de Madriz, para un periodo de 20 años (2019-2039); con el propósito de ayudar al mejoramiento de las condiciones del servicio de agua en los barrios.

El sistema fue diseñado en base a las “Normas técnicas para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el medio urbano” emitidas por el INAA, en combinación con lineamientos constructivos y presupuestarios actualizados establecidos por el FISE para la formulación y desarrollo de proyectos de agua potable.

En todo el proceso de diseño se incluyó un análisis de las características socio económico de los habitantes de los barrios en estudio. Además se tomó en cuenta las características topográficas y la distribución de las viviendas.

El documento contiene la memoria de cálculos y las especificaciones técnicas, mapa y planos detallados necesarios para la construcción del sistema de Abastecimiento de agua potable para los Barrios Tomas Borges Martínez Bernardino Díaz Ochoa del casco urbano del municipio de Somoto, departamento de Madriz, por bombeo eléctrico. Además se incluye el presupuesto del mismo.

En el diseño contiene una línea de conducción de 923 m metros, se utilizó tubería PVC SDR 26 con diámetro de 4” pulgadas y tubería HoGo de diámetro de 4” pulgadas, se instalaran 6 válvulas de aire de 1” pulgadas y 4 válvulas de limpiezas de 1 1/2” pulgadas. (Ver detalles en el perfil de línea de conducción).

La tipología del tanque es de concreto ciclópeo sus paredes son de tipo trapezoidal de mampostería piedra bolón, asentado sobre el suelo a una cota de 752 msnm, el tanque tiene una base cuadrada de 6.5 metros de largo y 6.5 metros de ancho y una altura total de 2.8 metros, será necesario hacer una acera perimetral, tapadera de inspección, tubería de rebose, tubería de limpieza, las paredes por la parte exterior

deberán ser piqueteadas, repelladas, afinadas, impermeabilizadas con pintura de aceite.

El diseño hidráulico de la red se realizó mediante el software de análisis y modelación hidráulica EPANET bajo las condiciones del Consumo Máxima Hora en la Red.

El nivel de servicio será mediante conexiones domiciliarias que serán instaladas hasta el límite de la propiedad, de las cuales se proponen instalar 153 tomas en el barrio Tomas Borge Martínez y 477 tomas en el barrio Bernardino Díaz Ochoa con un total de 630 tomas.

El costo total del proyecto es de 14, 235,432.20 córdobas, equivalentes a 425573.46 Americanos, con una tasa de cambio oficial de 33.45 córdobas por un Dólar, a la fecha de 10 de julio del 2019.

## Índice Contenido

<b>I. GENERALIDADES.....</b>	<b>1</b>
1.1 Introducción.....	1
1.2 Antecedentes .....	2
1.3 Justificación.....	4
1.4 Objetivos .....	5
1.4.1 General.....	5
1.4.2 Específicos .....	5
<b>II. DESCRIPCIÓN AREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>6</b>
2.1 Localización.....	6
2.1.1 Macro localización .....	6
2.1.2 Micro localización .....	7
2.2 Socio-economía .....	7
2.2.1 Condición socioeconómica de las viviendas .....	7
2.2.2 Habitantes .....	8
2.2.3 Demografía.....	9
2.2.4 Escolaridad.....	9
2.2.5 Economía .....	10
2.2.6 Salud .....	10
2.2.7 Servicios básicos.....	10
2.3 Generalidades del municipio de Somoto.....	11
<b>III. MARCO TEÒRICO.....</b>	<b>12</b>
3.1 Sistema de abastecimiento de agua potable.....	12
3.1.1 Fuente de abastecimiento .....	12
3.1.2 Captación .....	12

3.1.3 Estación de bombeo.....	12
3.1.4 Línea de conducción .....	13
3.1.5 Almacenamiento.....	13
3.1.6 Red de distribución.....	15
3.2 Estudio socio-económico.....	15
3.3 Proyección de consumo .....	15
3.4 Levantamiento topográfico .....	16
3.5 Niveles de servicio .....	16
3.6 Parámetros de diseño .....	17
3.3.1 Dotaciones de agua .....	17
3.3.2 Sobrepresión o depresión .....	17
3.3.3 Cobertura de tuberías.....	17
3.3.4 Resistencia de la tubería y su material.....	18
3.3.5 Golpe de ariete .....	18
3.3.6 Hidráulica del acueducto .....	18
3.3.7 Selección de la clase de tubería a emplear.....	18
3.3.8 Tratamiento .....	19
3.3.9 Clorado.....	20
<b>IV. DISEÑO METODOLÒGICO .....</b>	<b>21</b>
4.1 Tipo de investigación.....	21
4.2 Recopilación de datos .....	21
4.3 Visita al sitio .....	21
4.4 Evaluación socioeconómica .....	21
4.5 Levantamiento topográfico .....	22
4.6 Consideraciones generales .....	22

4.7 Método utilizado .....	22
4.8 Análisis de pruebas de la fuente de abastecimiento .....	23
4.8.1 Análisis de prueba de aforo del pozo .....	23
4.8.2 Análisis de pruebas físico-químico del agua .....	24
4.9 Población de diseño .....	26
4.9.1 Periodo de diseño .....	27
4.9.2 Selección de la dotación de agua.....	27
4.10 Análisis y cálculo hidráulico del sistema.....	28
4.10.1 Consumo Promedio Diario .....	28
4.10.2 Dimensionamiento de la línea de conducción .....	29
4.10.3 Sistema de bombeo contra el tanque de almacenamiento.....	31
4.10.4 Carga dinamica total .....	31
4.10.5 Cálculo del golpe de ariete .....	34
4.11 Dimensionamiento del tanque de almacenamiento .....	38
4.12 Clorado.....	40
4.13 Demandas nodales .....	41
4.14 Pérdidas .....	42
4.15 Diámetros mínimos .....	42
4.16 Velocidad permisible en tuberías .....	42
4.17 Presión residual.....	42
4.18 Tipo de red .....	43
4.19 Diseño de la red de distribución .....	43
4.20 Elaboración de planos constructivos .....	44
4.21 Estimación de costos o presupuesto de la obra .....	44
<b>V. ANALISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>45</b>



5.1	Conceptualización del proyecto.....	45
5.2	Estudio socio-económico.....	45
5.2.1	Características demográficas de la población .....	46
5.2.2	Situación y demanda del servicio de agua potable .....	48
5.2.3	Características socioeconómicas .....	52
5.3	Proyección de la población.....	54
5.3.1	Cálculo del índice habitacional por vivienda.....	54
5.3.2	Proyección.....	54
5.4	Proyección del consumo .....	55
5.4.1	Consumo promedio diario .....	55
5.4.2	Consumo máximo día (CMD) .....	56
5.4.3	Consumo máximo horario (CMH).....	56
5.5	Fuente de abastecimiento .....	56
5.6	Determinación de la capacidad del pozo.....	57
5.7	Análisis del pozo Tomas Borge Martínez de calidad del agua .....	57
5.7.1	Análisis bacteriológico .....	57
5.7.2	Análisis físico-químico .....	58
5.8	Diseño hidráulico del equipo de bombeo.....	59
5.8.1	Diámetro interno de la línea de conducción .....	60
5.8.2	Velocidad.....	60
5.8.3	Carga dinámica total.....	61
5.8.4	Potencia hidráulica de la bomba .....	63
5.8.5	Selección del equipo de bombeo, tomando siguiente consideración .....	63
5.9	Diseño hidráulico de línea de conducción .....	65
5.10	Golpe de ariete .....	65

5.11 Almacenamiento.....	66
5.11.1 Capacidad de almacenamiento .....	66
5.11.2 Dimensionamiento del tanque de almacenamiento será .....	67
5.12 Red de distribución.....	67
5.12.1 Periodo de diseño .....	67
5.12.2 Análisis de la red de distribución .....	68
5.13 Cloración .....	73
5.14 Costo total del proyecto.....	74
<b>VI. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y BIBLIOGRAFÍAS .....</b>	<b>75</b>
6.1 Conclusiones.....	75
6.2 Recomendaciones.....	77
6.3 Bibliografía .....	78

## Índice de Tablas

Tabla 1: Habitante por vivienda.....	8
Tabla 2: Clase de tuberías PVC y presión de trabajo.....	19
Tabla 3: Parámetro bacteriológico.....	24
Tabla 4: Parámetro organolépticos .....	25
Tabla 5: Parámetro físico químico.....	25
Tabla 6: Parámetro de sustancias no deseadas .....	26
Tabla 7: Parámetro de sustancias inorgánicas.....	26
Tabla 8: Periodos de diseño para diferentes estructuras hidráulicas .....	27
Tabla 9: Dotaciones de agua.....	28
Tabla 10: Coeficiente de rugosidad.....	30
Tabla 11: De valores de K para hallar la celeridad.....	34
Tabla 12: Valores c para pendiente hidráulica .....	36
Tabla 13: Valores K en dependencia de la longitud de conducción .....	36
Tabla 14: Constante de la capacidad de almacenamiento en función de volumen ...	39
Tabla 15: Resultados de encuestas del barrio Bernardino Díaz Ochoa .....	54
Tabla 16: Resumen de proyección de la población.....	54
Tabla 17: Resumen de proyección de consumo de los barrios Tomas Borge Martínez Y Bernardino Díaz Ochoa del casco urbano de Somoto, Departamento de Madriz.	56
Tabla 18 : Análisis bacteriológico .....	57
Tabla 19: Análisis físico químico .....	58
Tabla 20: Análisis de metales pesados .....	59
Tabla 21: Diámetro.....	60
Tabla 22: Perdidas localizadas en longitud equivalente en metros de tubería recta HoGo y H.F .....	62
Tabla 23: Pérdidas localizadas en longitud equivalente en metros de tubería recta .	62
Tabla 24: Resumen de Carga Dinámica total y caudal de operación.....	64
Tabla 25: Resultados de presiones para condiciones tanque lleno y consumo Máximo Horario (CMH) .....	69
Tabla 26: Resultado de velocidades para condición tanque lleno y CMH.....	70

Tabla 27: Resultado de presiones para condición tanque 1/3 de su capacidad y CMH .....	71
Tabla 28: Resultado de Presiones para condición tanque lleno y sin consumo .....	72
Tabla 29: Dosis de aplicación de cloro .....	73
Tabla 30: Resumen de costo por actividad .....	74
Tabla 31: Resumen de costo total de proyecto .....	74

## Índice de Gráficos

Grafico 1: Condición de vivienda .....	8
Grafico 2: Sexo de la población .....	46
Grafico 3: Población por grupo de edad .....	47
Grafico 4: Fuente actual de agua potable .....	48
Grafico 5: Distancias recorridas para acarrar el agua .....	49
Grafico 6: Viajes realizados por hogar para acarreo de agua .....	50
Grafico 7: Tiempo de acarreo de agua .....	51
Grafico 8: Ingreso promedio mensuales por hogar .....	53
Grafico 9: Nivel de educación de la población .....	53
Grafico 10: Crecimiento poblacional dentro del periodo de diseño .....	55
Grafico 11: Curva del sistema de operación .....	64

## Índice de Figuras

Figura 1 : Macro localización .....	6
Figura 2: Micro localización .....	7
Figura 3: Diagrama básico de una estación de bombeo .....	33

## **I. GENERALIDADES**

### **1.1 Introducción**

En las leyes naturales y jurídicas de cada país todos los seres humanos tienen derecho, por igual, a la salud, educación y sobre todo a habitar en un ambiente higiénicamente libre de todo tipo de contaminación, siendo el agua un recurso fundamental e indispensable para la vida de las personas; el agua es un recurso por excelencia insustituible para el desarrollo de los pueblos (ONU, 2002).

Nicaragua, un país rico en recursos naturales. La población obtiene el agua que consume de fuentes tales como ríos, arroyos y acuíferos del subsuelo. Estos se recargan de forma natural en época de lluvias.

Sin embargo, la época de lluvia tiene una duración promedio de 4 meses lo que proporciona una escasa captación. Aunado a esto, del total de agua captada por lluvias, aproximadamente el 60% se evapora.

Bajo este panorama Nicaragua enfrenta graves problemas de suministro y calidad de agua. Parte de esta problemática se resuelve con construcción de obras hidráulicas.

Muchas de las personas que habitan en diferentes comunidades o zonas periurbanas de las principales ciudades de nuestro país han sido afectadas por la deficiente cantidad y calidad del agua con que cuentan, siendo cada día necesario tener este vital líquido en mayores cantidades y en mejores condiciones para el consumo humano. Los barrios Bernardino Díaz Ochoa y Tomás Borge Martínez tienen una situación que no es ajena a lo antes planteado, dado que en este se carece de un suministro constante, ya que son asentamientos nuevos y localizados en la zona periurbana al noreste del municipio de Somoto.

Este tema monográfico propone la realización del diseño de red de distribución de agua potable para los Barrios Bernardino Díaz Ochoa y Tomás Borge Martínez, en el sector 32 en la ciudad de Somoto y con esto se favorece la ampliación de la red de agua potable de la ciudad de Somoto.

Desde la universidad, acorde a línea de investigación hidráulica y medio ambiente, se brindan soluciones a los problemas de mayor importancia de la sociedad Nicaragüense, ya que de esta forma se contribuye en realizar una propuesta para la solución del acceso del agua, principalmente en la zona rural y áreas periurbanas que son los más afectados la cual puede ser retomada por las entidades gubernamentales llegando a ser realizada.

Se realizó la propuesta de un sistema de abastecimiento de agua potable (Pozo, tanque de almacenamiento y red de conducción y distribución de AP) que cumpla con las normas de nuestro país (ENACAL, INAA), el cual una vez sea construido aporte a la mejora de la calidad de vida de las personas que habitan en el barrio Bernardino Díaz Ochoa y Tomás Borge Martínez que son desmovilizados y colaboradores históricos del ejército de Nicaragua de igual forma en ambos son en su mayoría familias de escasos recursos, por lo que hay un compromiso social con ellos, ya que con este servicio se propiciara el desarrollo social y económico de todas estas familias por la importancia que tiene contar con el agua potable en las viviendas.

## **1.2 Antecedentes**

En el año 2012 el Gobierno local por orientaciones del Gobierno central cedió a los retirados del ejército, 477 solares, con los cuales se formó el Barrio Bernardino Díaz Ochoa, en el sector nº 32 del casco urbano de la ciudad de Somoto. Posteriormente el instituto nacional de la vivienda urbana y rural (INVHUR), a través de la Alcaldía municipal benefició con viviendas sociales a algunas familias del mencionado barrio; actualmente se contempla construir más viviendas, pero la falta del servicio de agua potable ha dificultado que esto se realice. Por su parte los pobladores directamente demandan el servicio de agua potable.

Por otra parte en el marco de la restitución de derechos a una vivienda digna, las entidades de gobierno, alcaldía Municipal e instituto nacional de la vivienda urbana y rural (INVHUR), unieron esfuerzos para crear un proyecto de viviendas de interés

social, destinado a personas que trabajan para el estado, ya que en su mayoría estas personas no tienen una vivienda propia.

A demás en los últimos años los alquileres en la ciudad de Somoto han aumentado, llegando a tener un costo promedio de 200 U\$ mensuales, por lo que la renta de un inmueble con relación a los salarios es difícil de lograr.

En este contexto las familias no alcanzan todas sus necesidades básicas, por lo que empleados de la alcaldía e instituciones públicas, plantearon este problema al entonces alcalde Wilson Pablo Montoya, quien procedió a comprar un terreno frente al barrio Bernardino Díaz Ochoa en la salida noreste de la ciudad de Somoto y se les brindo un solar en el sector llamado Tomás Borge Martínez el cual cuenta con 153 lotes, cada uno a un costo simbólico de 300U\$, en el cual la vivienda se les construirá y tendrán que pagar una contraparte, la cual se les ira deduciendo de las colillas del INNS con cuotas que serán acorde a sus salarios.

Respecto al abastecimiento del agua, el barrio Bernardino Díaz Ochoa se abastece de un puesto público desde el 2012 (cuando se formó el barrio), pero esta agua no es suficiente para satisfacer la demanda, y por consecuencia el desarrollo del mismo se ha visto afectado, ya que los dueños de lotes en la parte este del barrio, no han podido iniciar la construcción de sus viviendas por la lejanía de la fuente de agua, y con la formación del nuevo barrio Tomás Borge Martínez la demanda de este servicio es aún mayor por lo que es necesario solucionar este problema, y para lo cual se realizó el diseño del sistema de abastecimiento para estos dos barrios a partir de un pozo perforado en el barrio Tomás Borge Martínez, para lo cual se analizaron pruebas de bombeo y calidad de agua realizadas al mismo.

En este sector además se encuentran otros dos Barrios recientemente conformados Barrio Guadalupe y Barrio Concepción de María y se encuentran ubicados en la zona de crecimiento noroeste del casco urbano de Somoto lo que se traduce en una mayor demanda del vital líquido.

### 1.3 Justificación

Como una cuestión natural los seres humanos nos agrupamos en núcleos cada vez mayores, con el fin de mejorar nuestra situación económica social, esto nos trae cada vez nuevos retos, como lo es la necesidad de mejorar la condición de vida. El plan de desarrollo humano de Nicaragua (2012-2016) “tiene los objetivos de la política de abastecimiento de agua en aumentar la cobertura efectiva, mejorar la calidad del servicio, promover el uso racional de este recurso, y asegurar el mantenimiento de los sistemas y redes existentes” (pág. 131).

Este tema monográfico se justifica desde un punto de vista social ya que el agua es un elemento esencial para la vida humana, para la salud básica y para la supervivencia, así como para la producción de alimentos y para las actividades económicas es por esto que es necesario que cada asentamiento cuente con este servicio de primera necesidad, por esta razón es necesario realizar los estudios correspondientes para el diseño del sistema de agua potable en estos barrios para que las personas puedan desarrollarse económica y socialmente.

Con la construcción de estas obras hidráulicas se pretende que los pobladores alcancen mejores condiciones de vida, lo cual se verá reflejado principalmente en la salud, la educación y economía. Una vez que se instaure el sistema de abastecimiento de agua, se espera contar con los beneficios siguientes:

- Se disminuirá el trabajo o desgaste físico que incurren los miembros de las familias y principalmente las mujeres así como los niños al transportar el agua desde el lugar que actualmente obtienen el agua hasta sus hogares.
- Se mejorará el acceso al agua en cantidad, ya que la fuente actual es un puesto público.
- Se propiciará la higiene en los hogares al igual que en la parte de aseo personal, ya que se tendrá con este proyecto la cantidad de agua requerida en cada hogar.
- Aumento del valor de las propiedades.



## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 General**

Diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable en los barrios Bernardino Díaz Ochoa y Tomás Borge Martínez del casco urbano del municipio de Somoto, departamento de Madriz.

### **1.4.2 Específicos**

1. Describir la situación actual de los pobladores mediante un estudio socio-económico.
2. Realizar levantamiento topográfico que genere los niveles y distancias del terreno en el sitio del proyecto.
3. Dimensionar cada uno de los elementos que componen el sistema de abastecimiento de agua potable mediante el uso del software EPANET.
4. Estimar costos de construcción de las obras propuestas aplicando la guía de costos FISE.

## II. DESCRIPCIÓN AREA DE ESTUDIO

### 2.1 Localización

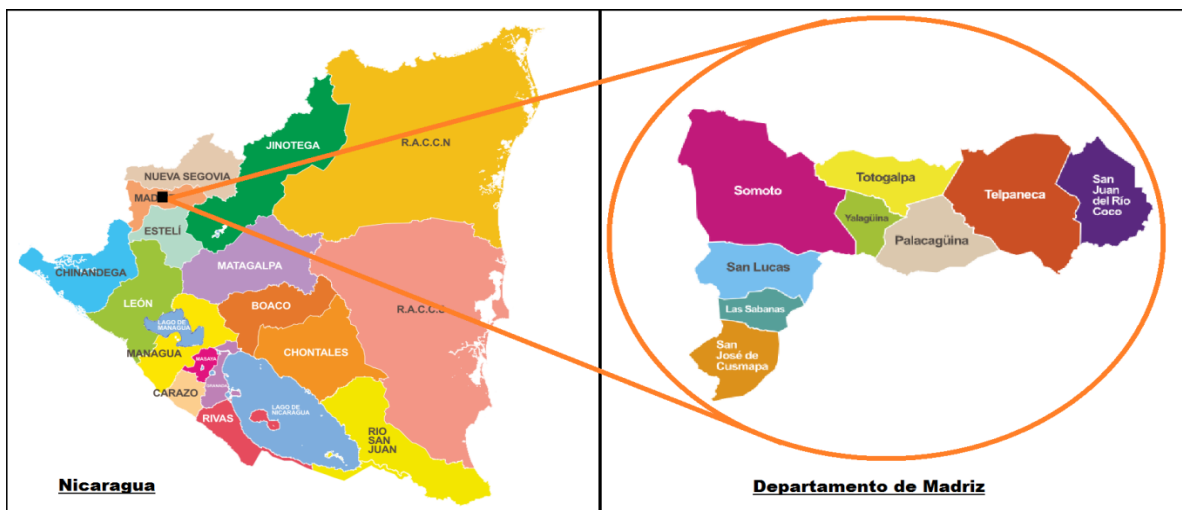
#### 2.1.1 Macro localización

El Municipio de Somoto se ubica en el departamento de Madriz, en el noreste de la República de Nicaragua, se localiza a 216 Km de la capital Managua, ubicado en las coordenadas, 13° 25 latitud norte y 86° 35 longitud oeste. Somoto pertenece al departamento de Madriz y es la cabecera departamental, cuenta con una superficie de 455km<sup>2</sup> y se localiza a una elevación de 700 msnm.

El municipio limita:

- Norte: con los municipios de Santa María y Macuelizò en el departamento de Nueva Segovia.
- Sur: con el municipio de San Lucas en el Departamento de Madriz y Pueblo Nuevo en el Departamento de Estelí.
- Este: con los municipios de Yalagüina y Totogalpa del Departamento de Madriz.
- Oeste: con la república de Honduras.

**Figura 1 : Macro localización**

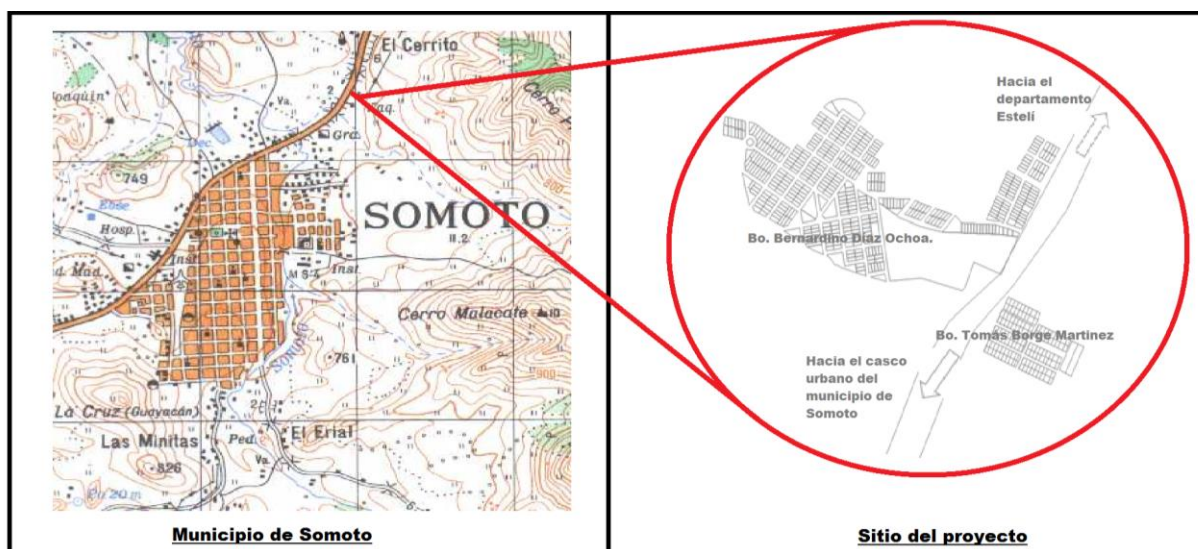


Fuente <https://www.ecured.cu/Somoto>

### 2.1.2 Micro localización

El sitio de estudio se encuentra localizado a 900m de la ciudad de Somoto en la salida noreste que conduce hacia el departamento de Estelí. En anexos B se muestran fotos del área en estudio.

**Figura 2: Micro localización**



Fuente propia (2019)

## 2.2 Socio-economía

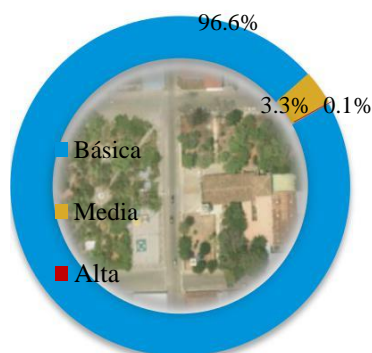
### 2.2.1 Condición socioeconómica de las viviendas

Se identificó un total de 4,707 viviendas, en las cuales habitan 18,986 personas. El 71.9 por ciento de las viviendas son de uso exclusivo domiciliario y el 28.1 por ciento son para ambos usos: residencial y para actividades económicas.

A continuación, se muestra el resultado de las viviendas según su condición socioeconómica. Para este fin, se toma en cuenta las características del entorno, el estado de la infraestructura y el acceso a servicios para diferenciar las viviendas en tres condiciones: básica, media y alta.

En la condición básica se registraron 4,548 viviendas (96.6%), en la condición media se identificaron 156 viviendas (3.3%) y en la condición alta se clasificaron 3 (0.1%).

**Gráfico 1: Condición de vivienda**



Fuente: BCN- GIS

## 2.2.2 Habitantes

Según la cantidad de habitantes por vivienda, el 37.2 por ciento de las viviendas tienen de 1 a 3 habitantes (1,750 viviendas), el 38.4 por ciento de 4 a 5 habitantes (1,806 viviendas) y el 19.5 por ciento de 6 a más habitantes (920 viviendas). El promedio general es de 4.0 habitantes por vivienda. Las viviendas que se encuentran deshabitadas o en condición de moradores ausentes totalizan 231

**Tabla 1: Habitante por vivienda**

Habitante por vivienda	Total de viviendas	Total de habitantes	Hab. promedio
1 --3	1750	4239	2.4
4--5	1806	7969	4.4
6 a mas	920	6778	7.4
0 habitantes	231	0	0
Total	4707	18986	4

Fuente: BCN-GIS

Al combinar con la condición de la vivienda, el promedio de habitantes por vivienda es de 4.1 para la condición básica, en la cual se ubican 18,446 personas (97.2%). La condición media tiene 3.4 habitantes por vivienda y 529 personas en total, y la condición alta presenta 3.7 habitantes por vivienda y 11 en total.

### **2.2.3 Demografía**

En el departamento de Madriz se contabilizan 132 459 personas (lo que indica un crecimiento de 23.1 por ciento respecto al censo de 1995), presentando una tasa de 2.1 por ciento, siendo esta superior al promedio nacional y es la cuarta más alta en el país.

El municipio de Somoto, cuenta con una población estimada para el año 2018 de 39,311 habitantes, con una densidad poblacional de 84.3 habitantes por  $km^2$ . El 51.2% de la población es femenina y el 38.7% es menor de 20 años (Ministerio de salud, 2018).

La población del departamento sigue siendo mayoritariamente rural, para 1995 en el área urbana representaba el 25.5 por ciento, en el 2005 se nota un incremento de cinco puntos porcentuales (30.7%). Hay una mayor concentración de mujeres en el área urbana del departamento (32.2%), respecto a los hombres (29.3%), comportamiento similar observado en 1995. En el ámbito municipal la situación es igual para el censo de 2005, los porcentajes de mujeres en el área urbana siempre superan a los porcentajes de hombres.

Al igual que en la densidad de población, queda en evidencia lo heterogéneo que son los municipios del departamento respecto a la concentración de la población en las áreas urbanas, desde porcentajes muy bajos como es el caso de Totogalpa, San Lucas, Yalagüina, y San José de Cusmapa, hasta valores elevados en Somoto (INIDE, 2006).

### **2.2.4 Escolaridad**

El departamento de Madriz presenta un 25.3 por ciento de la población de 10 años y más sin nivel de instrucción que sumados al 21.7 por ciento de la población con uno 1 a 3 grados de primaria representan el 47 por ciento de analfabetos o potenciales analfabetos, un 31,9 por ciento tienen de 4 a 6 grados aprobados de primaria y 16.4 por ciento tienen nivel de secundaria (INIDE, 2006).

### **2.2.5 Economía**

Las actividades económicas fundamentales del municipio de Somoto son la agricultura, ganadería, comercio y la elaboración de rosquillas que es una de las principales actividades económicas de ese pueblo, donde funcionan 25 pequeñas empresas, que generan unos 250 empleos permanentes. (INTUR, 2018).

### **2.2.6 Salud**

El Ministerio de Salud en el municipio tiene 1 hospital departamental, 1 centro de salud, 10 puestos de Salud, 1 casa materna con 16 camas, 1 casa de atención a personas con necesidades especiales, 1 filial del Instituto de Medicina Natural y Terapias Complementarias, 1 clínica de medicina natural y 1 clínica para manejo del dolor. Para el traslado de pacientes el municipio cuenta con 5 ambulancias.

Además, por cada 10,000 habitantes hay 31 camas hospitalarias, 24 médicos, 20 enfermeras y 18 auxiliares de enfermería (Ministerio de salud, 2018).

### **2.2.7 Servicios básicos**

El servicio de agua potable está a cargo de ENACAL en la zona urbana y algunas comunidades aledañas, cuenta con una cobertura del 95% de la población. Gran parte de la ciudad de Somoto cuenta con el Sistema de Alcantarillado Sanitario, estas son drenadas a un sistema de tratamiento mediante lagunas de oxidación y tanque immoff ubicadas en la zona noroeste de la ciudad, existen algunos barrios de formación reciente que aún no cuentan con el servicio de AS en este caso la gente hace uso de las letrinas para la disposición de excretas.

En el casco urbano del municipio de Somoto existen 5457 viviendas con servicio de agua potable suministrada por ENACAL de las cuales 2729 están conectadas al sistema de AS.

El sistema de abastecimiento de AP de la ciudad de Somoto cuenta con siete pozos ubicados de la siguiente manera: Dos en El Guayabo, tres en Los Copales, uno en Aguas Calientes y uno en el sector N° 14 de Somoto (ENACAL, 2016).

### **2.3 Generalidades del municipio de Somoto**

Somoto guarda entre sus formaciones rocosas el cañón de Somoto e importantes reservas naturales que ofrecen la oportunidad de disfrutar de las actividades al aire libre y de exploración de la naturaleza.

Entre los sitios naturales de importancia se encuentra el parque arqueológico piedras pintadas y centro de interpretación ambiental, los que ofrecen a sus visitantes actividades educativas y recreativas, también sobresale por sus exquisitas rosquillas, entre otras comidas.

Es cuna de artistas destacados y reconocidos a nivel nacional e internacional, en las actividades culturales, sociales y recreativas, sobresalen la feria departamental; el festival de las rosquillas Somoteñas; la feria de ganadería y exposición agrícola; el desfile de carrozas; caminata por el amor, paz y vida a la montaña Tepec-Xomolth y campeonatos de voleibol masculino y femenino con la participación del equipo de Somoto y equipos invitados (INTUR, 2018).

### **III. MARCO TEÒRICO**

#### **3.1 Sistema de abastecimiento de agua potable**

Cuando por las condiciones topográficas del terreno y de localización no es posible utilizar la fuerza de la gravedad para distribuir el agua potable a una población, es necesario recurrir a medios artificiales para elevar el agua hasta la altura conveniente. Para este fin, se diseña un Bombeo Eléctrico, que consiste en un pozo perforado, una caseta de control, el equipo de bombeo, la línea de conducción, el tanque de almacenamiento, la red de distribución y la conexión domiciliar.

Esta opción será considerada solo en los casos en que exista: fuente de abastecimiento, disponibilidad de energía eléctrica y capacidad de pago de la población (ARQHYS, 2012).

##### **3.1.1 Fuente de abastecimiento**

Las fuentes de abastecimiento deben ser básicamente permanentes y suficientes, ya que deben producir agua en cantidad y calidad suficiente para abastecer a la población que se desea servir (Angarita & Meléndez, 2012).

##### **3.1.2 Captación**

Las obras de captación son todas aquellas que se constituyen para reunir adecuadamente aguas aprovechables, su finalidad básica es agrupar bajo cualquier condición de flujo durante todo el año la captación de aguas previstas. El tipo de obra a emplearse está en función de las características de la fuente, de la calidad, de la localización y su magnitud. Pueden hacerse por gravedad, aprovechando la diferencia de nivel del terreno o por impulsión (bombas). Las dimensiones y características de la obra de toma deben permitir la captación de los caudales necesarios para un suministro seguro a la población (CivilGeek, 2010).

##### **3.1.3 Estación de bombeo**

Las características de estas son las de bombear el agua de pozos perforados profundos. En las estaciones de bombeo se pueden distinguir tres elementos:



1. La tubería de succión y sus accesorios (anterior a la bomba).
2. La bomba (generalmente centrífuga, se debe disponer siempre de una bomba de reserva).
3. La tubería de impulsión y sus respectivos accesorios (posterior a la bomba).

Los equipos de bombeo se seleccionan para un periodo inicial de 5 a 10 años, mientras que los diámetros de las tuberías de impulsión y succión se determinan con base en el caudal necesario para el periodo de diseño final teniendo en cuenta que nunca deberán usarse tuberías de diámetros menores a los diámetros de descarga de la bomba (INAA, 2000, pág. 37).

#### **3.1.4 Línea de conducción**

Línea de conducción es el conjunto integrado por tuberías, y dispositivos de control (válvulas, accesorios), que permiten el transporte del agua por medio de la energía eléctrica desde la fuente hasta el tanque de almacenamiento.

La línea de conducción traslada el caudal extraído de fuente de abastecimiento hasta el tanque de almacenamiento o directamente a la red de distribución.

Las líneas de conducción de agua se calculan siguiendo varios procedimientos existentes. Su diseño en general consiste en definir el diámetro en función de las pérdidas de carga, a partir del gasto que se conducirá y el material de la tubería. Las pérdidas de carga, se pueden obtener aplicando las ecuaciones de Darcy-Weisbach, Scobey, Manning o Hazen-Williams. Se pueden presentar dos condiciones de operación de la tubería, por bombeo o gravedad (SAGARPA, 2012).

#### **3.1.5 Almacenamiento**

En el proyecto de cualquier sistema de agua potable, deben de diseñarse los tanques que sean necesario para el almacenamiento, de tal manera que estos sean todo el tiempo capaces de suplir las máximas demandas que se presenten durante la vida útil del sistema, además que también mantengan las reservas suficientes para hacerles frente, tanto a los casos de interrupciones y el

suministro de energía, como en los casos de daños que sufran las líneas de conducción o de cualquier otro elemento (INAA, 2000, pág. 57).

El tanque deberá estar situado en el sitio lo más cercano posible a la red de distribución, teniendo en cuenta la topografía del lugar y debe ser tal que produzca en lo posible, presiones uniformes en todos y cada uno de los nudos componentes de dicha red.

La altura del fondo del tanque debe estar a una elevación tal que, una vez determinadas las pérdidas por fricción a lo largo de las tuberías entre el tanque y el punto más desfavorable en la red, haciendo uso del método de Hardy Cross de los gastos compensados, resulte todavía una altura disponible suficiente para proporcionar la presión residual mínima establecida.

En el diseño de los tanques superficiales debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- a) Cuando la entrada y salida de agua sean mediante tuberías separadas, se ubicarán en los lados opuestos a fin de permitir la circulación del agua.
- b) Debe proveerse un paso directo tipo puente (by-Pass) que permita mantener el servicio mientras se efectúe el lavado o la reparación del tanque.
- c) Siempre deben estar cubiertos.
- d) Las tuberías de rebose descargarán libremente, sobre obras especiales de concreto para evitar la erosión del suelo.
- e) Se instalarán válvulas de compuertas en todas las tuberías con excepción de las tuberías de rebose y se prefiere que todos los accesorios de las tuberías sean tipo brida.
- f) Se recomienda una altura mínima de 3.00 metros, incluyendo un borde libre de 0.50 metros.
- g) Deben incluirse los accesorios como escaleras, respiraderos, aberturas de acceso, marcador de niveles, etc.

### **3.1.6 Red de distribución**

La red de distribución es el sistema de conductos cerrados, que permite distribuir el agua bajo presión a diversos puntos de consumo, que pueden ser, conexiones domiciliarias o puestos público, para su diseño deberá considerarse los aspectos siguientes:

- a) Se deberá diseñar para la condición del consumo de hora máxima al final del periodo de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 2.5 al consumo promedio diario ( $CHM=2.5CPD$ , más las pérdidas).
- b) El sistema de distribución puede ser de red abierta, de malla cerrada o una combinación de ambos.
- c) La red se deberá proveer de válvulas, accesorios y obras necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento.
- d) Para el análisis de la red deben considerarse los casos de red abierta (Ramificada) y de malla cerrada.

### **3.2 Estudio socio-económico**

Es un documento o una encuesta que nos permite conocer el entorno económico y social de una persona en particular, se trata de una investigación con la intención de conocer aspectos propios de una persona investigada, tales como su situación económica actual, su forma de vida, su entorno familiar y social (Serca, 2013).

### **3.3 Proyección de consumo**

La población a servir es el parámetro básico con el cual se diseñan los elementos de las obras de abastecimiento de agua, pudiéndose establecer diferentes criterios para la estimación de la misma, dependiendo de las características de la población objeto de estudio, el tipo y configuración de la localidad.

### **3.4 Levantamiento topográfico**

Se ocupa, principalmente, de la representación de una porción de la tierra, lo cual se realiza dando coordenadas a puntos de la superficie; estas coordenadas están referidas a un sistema preestablecido y determinado. La topografía consiste en diseñar un modelo semejante al terreno, para al final obtener un plano o un mapa del mismo.

Los levantamientos topográficos se realizan con el fin de determinar la configuración del terreno y la posición sobre la superficie de la tierra, de elementos naturales o instalaciones construidas por el hombre, estos levantamientos topográficos sirven de guía para saber las diferencias de alturas en el terreno y longitudes de los diferentes tramos (Tecnologico, 2015).

### **3.5 Niveles de servicio**

Se denomina nivel de servicio a la forma final de aprovisionamiento de agua. Se identifican tres niveles de servicio, dependiendo de la capacidad de la fuente de abastecimiento y de la capacidad socio - económica de la población:

#### **✓ Conexión domiciliar**

Teniendo el usuario la oportunidad de ampliar el sistema dentro de su propiedad y alimentar varios artefactos sanitarios. Dotación mínima: 80-100 lppd (21.1-26.4 gppd).

#### **✓ Conexión domiciliar de patio**

Consiste en una llave domiciliar única, colocada en el patio de la vivienda. Se utiliza cuando la dotación y el consumo previstos sean menores que la capacidad de la fuente. Dotación mínima: 50-60 lppd (13.2-15.9 gppd).

#### **✓ Puesto público**

Es un punto de distribución en el que puede haber una o más llaves de chorro. Se utilizan puestos públicos en aquellos casos cuando las viviendas son pocas y

dispersas y que estén dentro de un radio de 100 m. También se emplean para centros públicos. Dotación mínima: 30-40 lppd (7.9-10.6 gppd).

El nivel de servicio a brindar corresponde a una cobertura de 100% de conexiones domiciliarias, aclarando que a cada vivienda se hará una conexión única por vivienda y las ampliaciones internas le corresponde a cada familia (Montenegro & Latino, 2012).

### **3.6 Parámetros de diseño**

En estos se incluyen las dotaciones por persona, el período de diseño, la población futura y los factores específicos (coeficientes de flujo, velocidades permisibles, presiones mínimas y máximas, diámetro mínimo, cobertura sobre tubería y resistencia de las tuberías) (INAA, 2000, pág. 42).

#### **3.3.1 Dotaciones de agua**

Es la cantidad de agua necesaria para satisfacer apropiadamente los requerimientos de un determinado núcleo urbano, generalmente expresada en litros por persona por día (LPPD). La dotación se forma de la suma de los requerimientos razonables correspondientes a los usos que conforman el abastecimiento urbano.

La dotación es un factor muy importante que hay que tener en cuenta a la hora de diseñar un sistema de abastecimiento de agua para una comunidad ya que es la meta del diseño que se va a realizar (López, 2009).

#### **3.3.2 Sobrepresión o depresión**

Son las cargas de presión en exceso y por debajo de la presión a flujo estacionario respectivamente, que existen después de presentarse los fenómenos transitorios.

#### **3.3.3 Cobertura de tuberías**

En el diseño de tuberías colocadas en calles de tránsito vehicular se mantendrá una cobertura mínima de 1.20 m, sobre la corona del conducto en toda su longitud, y en calles peatonales esta cobertura mínima será 0.70 m.

### **3.3.4 Resistencia de la tubería y su material**

Las tuberías deberán resistir las presiones internas estáticas, dinámicas, de golpe de ariete, y las presiones externas de rellenos y cargas vivas debido al tráfico la cual se podrá seleccionar de la tabla 1. La sobre presión por golpe de ariete se calculará con la teoría de JOUKOWSKI, u otra similar como también por fórmulas y monogramas recomendadas por los fabricantes (INAA, 2000, pág. 44).

### **3.3.5 Golpe de ariete**

Es un fenómeno transitorio que puede ocurrir en la tubería de descarga. Se denomina golpe de ariete al choque violento que se produce sobre las paredes de un conducto forzado, cuando el movimiento del líquido es modificado bruscamente. El caso más importante de golpe de ariete en una línea de descarga de bombas accionadas por motores eléctricos, se verifica luego de una interrupción de energía eléctrica.

Así mismo en este diseño se realizaran las consideraciones técnicas necesarias para prevenir las condiciones de golpe de ariete. Celeridad de la onda de presión del agua.

### **3.3.6 Hidráulica del acueducto**

El análisis hidráulico de la red y de la línea de conducción, permite dimensionar los conductos que integran dichos elementos. La selección de los diámetros es de gran importancia, ya que si son muy grandes, además de encarecer el sistema, las bajas velocidades provocarán problemas de depósitos y sedimentación; pero si es reducido puede originar pérdidas de cargas elevadas y altas velocidades las cuales podrían causar erosión a las tuberías.

### **3.3.7 Selección de la clase de tubería a emplear**

La selección de la clase de la tubería a emplear será capaz de soportar la presión hidrostática y ajustarse a la máxima economía (Tabla 2).

**Tabla 2: Clase de tuberías PVC y presión de trabajo**

PRESIÓN DE TRABAJO	SDR 41	SDR 32,5	SDR 26	SDR 21	SDR17	SDR 13,5
PSI	100	125	160	200	250	315
kg/cm2	7.03	8.79	11.25	14.07	17.58	22.15
kPa	690	862	1104	1380	1725	2173
m.c.a	70.3	87.9	112.5	140.7	175.8	221.5

Fuente: catálogo de especificaciones pvc (Durmán)

Dónde:

$$SDR = \frac{\text{Diametro nominal ext de la tubería}}{\text{Espesor nominal de la tubería}}$$

Como resultado de los estudios de campo se dispondrá de los planos necesarios de planta perfil, longitudinal de la línea de conducción, informaciones adicionales acerca de la naturaleza del terreno, detalles especiales, etc. Permitirá determinar la clase de tubería (Hierro Fundido, Hierro Galvanizado, Asbesto Cemento, PVC) más conveniente.

En el caso de que la naturaleza del terreno haga antieconómica la excavación, se seleccionará una de las tuberías que por resistencia a impactos puede instalarse sobre soportes (Hierro Galvanizado).

### 3.3.8 Tratamiento

Si la calidad del agua satisface las normas recomendadas deberá someterse a tratamiento de potabilización. Toda agua que se utiliza para consumo humano debe someterse a desinfección, incluso la de origen subterráneo para prevenir cualquier contaminación durante la distribución.

Las mayorías de las agua sub superficiales requieren en mayor o en menor grado de algún tratamiento para cumplir con los requisitos de potabilización y en consecuencia la mayoría de los sistemas de agua potable poseen plantas de tratamiento (como mínimo cloración). Desde hace décadas, el cloro ha sido un

Desinfectante muy importante y ha jugado un papel esencial en el tratamiento de agua. El cloro es el desinfectante más extendido y usado a nivel mundial.

En Nicaragua casi todos los sistemas de abastecimiento que desinfectan el agua potable debido a su potencia germicida, economía y eficiencia. Además, los desinfectantes basados en cloro son los únicos desinfectantes principales con las propiedades residuales duraderas que previenen el crecimiento microbiano y proporcionan protección continua durante la distribución de la planta de tratamiento al hogar.

### **3.3.9 Clorado**

El agua que se utiliza para el abastecimiento de una población, para usos básicamente domésticos, debe ser específicamente agua exenta de organismos patógenos que evite brotes epidémicos de enfermedades de origen hídrico. Para lograr esto, será necesario desinfectar el agua mediante tratamientos físicos o químicos que garantice su buena calidad.

Existen varias sustancias químicas se emplean para desinfectar el agua, siendo el cloro el más usado universalmente, dado a sus propiedades oxidantes y su efecto residual para eliminar contaminaciones posteriores; también es la sustancia química que más económicamente y con mejor control y seguridad se puede aplicar al agua para obtener su desinfección.

En el caso de acueductos rurales se utiliza para desinfección el cloro en forma de hipocloritos, debido a su facilidad de manejo y aplicación.

La aplicación al agua, de la solución de hipoclorito de calcio o de sodio se efectuara mediante el hipoclorador de carga constante o bien con una bomba dosificadora.



## **IV. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **4.1 Tipo de investigación**

Según Jiménez (2015) es una investigación descriptiva ya que se busca especificar las propiedades, características y los perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. En un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide o recolecta información sobre cada una de ellas, para así describir lo que se investiga.

### **4.2 Recopilación de datos**

Se visitó las instituciones locales correspondientes (tales como Alcaldía Municipal de Somoto, ENACAL Somoto, entre otros), para contar con la información necesaria sobre el sitio en estudio como documentación de la caracterización de la zona y estudios realizados que contribuyan al diseño del sistema de agua potable.

### **4.3 Visita al sitio**

En esta etapa se hizo una inspección física a la zona de estudio, para poder señalar las variaciones topográficas, además se hizo un recorrido en algunos puntos que se consideraron críticos para el sistema. También se realizaron bocetos a mano alzada de los barrios para marcar las posibles rutas para trazar la red de distribución.

### **4.4 Evaluación socioeconómica**

Se realizó visitas al barrio Bernardino Díaz Ocho que es el que cuenta con 35 viviendas, se reunió con los líderes del sector para informar sobre el objetivo del proyecto.

También se realizó una evaluación socioeconómica, para lo cual se aplicó una encuesta a cada jefe de familia que se muestra en anexos, (anexo A), para identificar las condiciones de vida actuales, los niveles de pobreza, el grado de educación y el acceso al agua potable. Este estudio se hizo para adoptar las técnicas y tecnologías constructivas más adecuadas en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en los barrios.

El procesamiento de las 35 encuestas, las cuales representan a los beneficiarios actuales, se realizó mediante el uso del software Excel, obteniéndose los siguientes parámetros estadísticos de las variables estudiadas: totales, promedios y porcentajes. Además se elaboraron gráficos para facilitar la comprensión y presentación de resultados del estudio.

#### **4.5 Levantamiento topográfico**

Por medio del departamento de topografía de la alcaldía del municipio de Somoto se obtuvo la información topográfica (planos de calles, lotificación, curvas de nivel, planimetría y altimetría) del barrio Tomas Borge Martínez. Dicha información fue actualizada en el año 2018. Además se encontró que el barrio Bernardino Díaz Ocho solo se contaba con planimetría por lo que fue necesario hacer un levantamiento topográfico para conocer la altimetría de dicha zona, como se explicara en los siguientes incisos.

#### **4.6 Consideraciones generales**

El levantamiento topográfico se realizó con el fin de estudiar la naturaleza y las condiciones del terreno en donde se ubica el proyecto; dicho levantamiento suministrará la información necesaria para seleccionar el método de cálculo más conveniente y adecuar el diseño de la red y línea de conducción a las restricciones propias del lugar.

#### **4.7 Método utilizado**

Para el levantamiento topográfico se realizaron las siguientes actividades:

- a) Un recorrido de campo con el propósito de identificar los lugares de cobertura del proyecto en coordinación con líderes de barrios y técnicos municipales.
- b) Todo el trabajo de topografía se realizó por el método de alta precisión, (coordenadas x, y, z) del terreno usando las siguientes herramientas y equipos: GPS, cinta métrica, prisma, clavos, brújula y Estación Total LEICA TS06 PLUS, realizado por el topógrafo Edwin Humberto Samendy Matute con Lic. Cat. No.EÑM 101129 se

inició con el trabajo, definiendo un Bench Mark (BM) ubicado con base a coordenadas tomadas con GPS propiedad del topógrafo, Este punto fue la estación de partida y fue ubicado en un punto difícil de mover y deteriorar. Toda la información generada en este estudio contiene la información necesaria para realizar un replanteo de las poligonales del proyecto durante la ejecución del mismo y se entregó de forma digitalizada.

En el levantamiento topográfico planímetro se elaboraron planos indicando calles, cambios de pendiente, elevaciones, curvas de nivel, perfiles de las posibles líneas de conducción, perfiles longitudinales de tuberías; usando el software AutoCAD Civil 3D. Se utilizaron escalas 1,200 1,1000 1,250.

## **4.8 Análisis de pruebas de la fuente de abastecimiento**

### **4.8.1 Análisis de prueba de aforo del pozo**

Esta actividad consistió en analizar la capacidad del pozo en relación a la demanda, para ver si podrá suplir la demanda de agua potable de la población, de no ser así se evaluará otra posible fuente.

La prueba que se le realizó al pozo consistió en la operación de un equipo de bombeo durante un tiempo 8 horas, y en la medición del nivel de agua a diversos intervalos de tiempo, cada minuto los primeros 5 minutos, cada 5 minutos los siguientes 30 minutos, cada 10 minutos los siguientes 30 minutos y cada media hora el tiempo restante. Para luego apagar el equipo de bombeo y medir la recuperación del nivel, también a diversos intervalos de tiempo. Los primeros 10 minutos cada 1 minuto, los segundos 20 minutos cada 5 minutos, los siguientes 30 minutos cada 10 minutos, los siguientes a cada 30 minutos tanto durante el descenso del nivel de agua (abatimiento), hasta alcanzar un estado de equilibrio. La información geológica indica que el sitio se encuentra sobre suelos tipo arcilla y andesitas de diferentes colores, producto del sistema de fallas que atraviesan la zona.

De acuerdo a la información consultada en mapas hidrogeológicos publicados por INETER en 1998, el acuífero local tiene transmisibilidad (T) de clase III

(Moderada), con valores de T que van de 40 a  $250 \frac{m^2}{dia}$ . El rendimiento máximo de los pozos perforados, con un descenso de 5 pueden alcanzar los 150 gpm equivalente a 9.46 l/s.

#### 4.8.2 Análisis de pruebas físico-químico del agua

Para este estudio se tomaron muestras de agua, los análisis fueron realizados por Alcaldía Municipal Somoto y se evaluaron los resultados obtenidos de acuerdo a la norma regional de calidad del agua CAPRE, para determinar si la misma es óptima para el consumo humano.

En la tabla 3 se presenta los parámetros bacteriológicos así como su aplicación, en la tabla 4 se presentan los parámetros organolépticos, en la tabla 5, se presentan parámetros Físico Químicos, en la tabla 6, sustancias no deseadas y en la tabla 7 sustancia inorgánicas.

**Tabla 3: Parámetro bacteriológico**

origen	parámetro	valor recomendado	valor máximo	observaciones
A. Todo tipo de agua de bebida.	Coliformes Fecal	neg.	neg	
B. Agua que entra al sistema de distribución.	Coliformes Fecal	neg.	neg	
	Coliforme Total	neg.	[4	En muestras no consecutivas
C. Agua en el sistema de distribución.	Coliforme Total	neg.	[4	En muestra puntuales no debe ser detectado en el 95% de muestra anual (C)
	Coliforme Fecal	neg.	neg	

Fuente: COMITÉ COORDINADOR REGIONAL DE INSTITUCIONES DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE CENTROAMÉRICA, (CAPRE). Emitida por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado, INAA. (2001)

A continuación se describen las condiciones recomendadas para el uso de la tabla 3.

- NMP/100 ml en caso de análisis por tubos múltiples o colonias/100 ml en el caso de análisis por el método de membranas filtrantes. El indicador bacteriológico más preciso de contaminación fecal es la E. Coli. La bacteria coliforme total no es un indicador aceptable de la calidad sanitaria de acueductos rurales, particularmente en

áreas tropicales donde muchas bacterias sin significado sanitario se encuentran en la mayoría de acueductos sin tratamiento.

- b) En los análisis de control de calidad se determina la presencia de coliformes totales. En caso de detectarse una muestra positiva se procede al muestreo y se investiga la presencia de coliforme fecal. Si el re muestreo da resultados negativos, no se toma en consideración las muestras adicionales recolectadas, cuando se intensifican las actividades de inspección sanitaria, no deben ser consideradas para la valoración anual de calidad.
- c) En los sistemas donde se recolectan menos de 20 muestras al año, el porcentaje de muestras negativas debe ser  $\geq 90\%$  (Tabla 4).

**Tabla 4: Parámetro organolépticos**

Parámetro	Unidad	Valor Recomendado	Valor Máximo
Color verdadero	Mg/L(Pt-Co)	1	15
Turbiedad	UNT	1	5
Olor	Factor dilución	0	2 a 10° C
			3 a 25° C
Sabor	Factor dilución	0	2 a 12° C
			3 a 25° C

Fuente: COMITÉ COORDINADOR REGIONAL DE INSTITUCIONES DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE CENTROAMÉRICA, (CAPRE). Emitida por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado, INAA. (2001)

**Tabla 5: Parámetro físico químico**

Parámetro	unidad	valor recomendado	máximo admisible
Temperatura	°C	18 a 30	
Iones Hidrogeno	valor pH	6.5 a 8.5 (i)	
Cloruros	mg/l	0.5 a 1.0 (ii)	(iii)
Cloruros residual	mg/l	25	250
Conductividad	us/cm	400	
Dureza	mg/CaCo3	400	
Sulfatos	mg/l	25	250
Aluminio	mg/l		0.2
Calcio	mg/CaCo3	100	
Cobre	mg/l	1	2
Magnesio	mg/CaCo3	30	50
Sodio	mg/l	25	200
Potasio	mg/l		10
S.T.disuelto	mg/l		1000
Zinc	mg/l		3

Fuente: COMITÉ COORDINADOR REGIONAL DE INSTITUCIONES DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE CENTROAMÉRICA, (CAPRE). Emitida por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado, INAA. (2001)

- Las aguas deben ser estabilizadas de manera que no produzcan efectos corrosivos ni incrustantes en las tuberías.
- Cloro residual libre.
- 5 mg/l en casos especiales para proteger a la población de brotes epidémicos.

**Tabla 6: Parámetro de sustancias no deseadas**

Parámetro	Unidad	Valor Recomendado	Valor Máximo
Nitrato - No - 13	mg/l	25	45
Nitratos - No - 12	mg/l	0.1	1
Amonio	mg/l	0.05	0.5
Hierro	mg/l		0.3
Manganeso	mg/l	0.1	0.5
Fluoruro	mg/l		0.7 - 1.5
sulfuro de hidrogeno	mg/l		0.5

Fuente: COMITÉ COORDINADOR REGIONAL DE INSTITUCIONES DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE CENTROAMÉRICA, (CAPRE). Emitida por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado, INAA. (2001)

**Tabla 7: Parámetro de sustancias inorgánicas**

Parámetro	Unidad	Valor máximo admisible
Arsénico	mg/l	0.01
Cadmio	mg/l	0.05
Cianuro	mg/l	0.05
Cromo	mg/l	0.05
Mercurio	mg/l	0.001
Níquel	mg/l	0.05
Plomo	mg/l	0.01
Antimonio	mg/l	0.05
Selenio	mg/l	0.01

Fuente: COMITÉ COORDINADOR REGIONAL DE INSTITUCIONES DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE CENTROAMÉRICA, (CAPRE). Emitida por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado, INAA. (2001)

#### 4.9 Población de diseño

Para determinar la población de diseño al final del periodo se utilizó el método de saturación según INAA (2000, pág. 9) es el método más adecuado para el barrio Tomás Borge Martínez el cual se basa en determinar la cantidad máxima de habitantes que puede alcanzar en el área del proyecto ya que aún no hay viviendas

construidas en el mismo, el mismo método se usó en el barrio Bernardino Díaz Ochoa ya que la mayoría de los lotes están sin ocupar.

El 100% de la población total será servida mediante conexiones domiciliarias durante todo el periodo de diseño. Se tomará un índice de cuatro habitantes promedio por lotes según el índice habitacional del municipio de acuerdo a los censos realizados por el Banco Central de Nicaragua.

La fórmula utilizada para determinar la población futura será:

$$Pd = \frac{hab}{lote} \times \#Lotes \text{ ecuación(1)}$$

Dónde:

Pd= Población de diseño

#### 4.9.1 Periodo de diseño

En el diseños del proyectos de abastecimiento de agua se establecen los siguientes periodos de vida útil de cada uno de los componentes del sistema.

En la tabla N° 8 se indican los períodos de diseños económicos de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable.

**Tabla 8: Periodos de diseño para diferentes estructuras hidráulicas**

<b>Tipos de componentes</b>	<b>Periodo de diseño</b>
Pozos perforados	15 años
Líneas de conducción	15 años
Tanque de almacenamiento	20 años
Red de distribución	15 años

Fuente: Normas técnicas para diseño de abastecimiento de agua potable INAA

#### 4.9.2 Selección de la dotación de agua

El nivel de servicio a instalar en los barrios son tomas domiciliarias al cual se le asignó una dotación per cápita de 20 gpd o 75 lpd (Tabla 9)

**Tabla 9: Dotaciones de agua**

Rango poblacional	Dotación g/hab/día	Dotación L/hab/día
0-5000	20	75
5,000-10,000	25	95
10,000-15,000	30	113
15,000-20,000	35	132
20,000-30,000	40	151
30,000-50,000	45	170
50,000-100,000 y mas	50	189

Fuente: Normas técnicas para diseño de abastecimiento de agua potable INAA

#### **4.10 Análisis y cálculo hidráulico del sistema**

El análisis hidráulico del sistema se realizó tomando en cuenta los resultados del estudio topográfico y de la demanda diaria y horaria de los barrios. El cálculo hidráulico se llevó a cabo siguiendo las normas técnicas para el abastecimiento de agua potable emitidas por INAA.

El análisis y cálculo hidráulico comprende:

##### **4.10.1 Consumo Promedio Diario**

El Consumo Promedio Día (CPD), se estimó mediante lo que plantea la Norma Nacional, Es la sumatoria de Consumo Público (7%CP), perdidas (20%P) y Consumo Doméstico Diario (CDD).

$$CPD = CDD + CP + P \text{ ecuación (2)}$$

Dónde:

CPD: Consumo Promedio Diario (LPS)

CDD: Consumo Doméstico Diario (LPS)

CP: Consumo Público (LPS)

P: Perdidas del sistema



#### 4.10.2 Variaciones de consumo

El consumo del máximo día (CMD), se estimó utilizando el factor de variación diaria de 1.5 con respecto al consumo promedio diario (CPD).

$$CMD = 1.5(Consumo Promedio Diario) \text{ ecuación (3)}$$

El Consumo de la máxima hora (CMH), se estima utilizando el factor de variación horaria de 2.5 con respecto al Consumo Promedio Diario (CPD).

$$CMH = 2.5CPD(Consumo Promedio Diario) \text{ ecuación (4)}$$

#### 4.10.2 Dimensionamiento de la línea de conducción

##### a) Diámetro

El diámetro de la tubería de descarga se calculó a partir de la siguiente ecuación, de Bréese,

$$D = 1.3 \times X^{1/4} \sqrt{Q} \text{ ecuación (5)}$$

Dónde:

D = Diámetro interior aproximado (m)

Q = Caudal de diseño ( $\frac{m^3}{s}$ )

X= Utilización de la bomba (%)

##### b) Velocidad

La velocidad fue calculada a partir de la ecuación de la continuidad que se expresa como la siguiente:

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \Phi^2} \text{ ecuación (6)} \quad \text{Rango permitido en conducción } 0.6m/s \geq V \leq 1.5m/s$$

Dónde:

Q: caudal de bombeo (m/s)

$\Phi$ : diámetro interior (m)

### c) Pérdidas de energía

Se tomó como referencia principal la topografía fuente-tanque, y se trabajó en base a la longitud de cada tramo, se realizó tomando en consideración el bombeo del consumo máximo diario CMD.

El análisis se realizó tomando la ecuación de Hazen Williams, para el cálculo de las pérdidas a lo largo de toda la línea. Con un coeficiente de Hazen Williams de 150 para ductos de PVC (Tabla 10).

$$H_f = 10.674 \frac{Q^{1.85} L}{C^{1.85} D^{4.87}} \text{ ecuación (7)}$$

Dónde:

$H_f$  = Pérdida de carga (m)

$Q$  = Caudal ( $\frac{m^3}{s}$ )

$L$  = Longitud (m)

$D$  = Diámetro (m)

$C$  = Coeficiente de rugosidad

**Tabla 10: Coeficiente de rugosidad**

Material del conducto	Coeficiente de rugosidad (c)
Cloruro de polivinilo (PVC)	150
Asbesto de cemento	140
Hierro fundido corriente (interior y exteriormente)	130
Hierro fundido revestido de cemento o esmalte o bituminoso.	130
Hierro "dúctil"	130
Tubería de hormigón	130
Duelos de madera	120

Fuente: Normas técnicas para diseño de abastecimiento de agua potable INAA

#### 4.10.3 Sistema de bombeo contra el tanque de almacenamiento

Se equipara el pozo ubicado en el barrio Tomas Borge Martínez en las coordenadas ( zona 16 546356.313, 1492141.001), con una cota de 703 msnm, constara con un equipo de bombeo, con el objetivo de impulsar el agua desde la obra de captación (pozo de abastecimiento) hasta el tanque de almacenamiento propuesto, al noreste del barrio Tomás Borge Martínez, en el barrio Bernardino Díaz Ochoa.

En esta condición el caudal corresponde al consumo máximo diario será bombeado hacia el tanque de almacenamiento en un tiempo de 12 horas. La red demandará del tanque el consumo de la máxima hora, o la demanda coincidente. El tanque estará a una cota de 752.58 msnm.

#### 4.10.4 Carga dinamica total

##### El cálculo de la carga dinámica total

Se utilizó siguiente ecuación

$$CDT = NB + CED + AR + hfsuccion + hfconduccion \text{ ecuación (8)}$$

Dónde:

CDT: Carga Dinámica Total (m)

CED: Carga en diferencia de nivel tanque –nivel de pozo (m)

AR: Altura de rebose (m)

Hfs: perdidas en la succión (m)

Hfc: perdidas en la conducción (m)

##### Nivel bajo el agua

Se utilizó siguiente ecuación

$$NB = ND + sumergencia \text{ ecuación (9)}$$

Dónde:

NB: Nivel bajo el agua (m)

ND: Nivel Dinámico (m)

### **Carga en diferencia de nivel tanque –nivel de pozo**

Se utilizó siguiente ecuación

$$CED = Cota\ de\ tanque - Cota\ de\ pozo \text{ ecuación (10)}$$

### **Perdida en columna de succión**

Usar siguiente ecuación según Norma Nacional

$$hfs = Lc * 5\% \text{ ecuación (11)}$$

El cálculo de la potencia de la bomba se utilizó la siguiente ecuación.

$$Pb = \frac{(CDT * \gamma * Q)}{745.7 * e} * Fm \text{ ecuación (12)}$$

Dónde:

Pb: potencia de la bomba (hp)

CDT: carga dinámica tota (m)

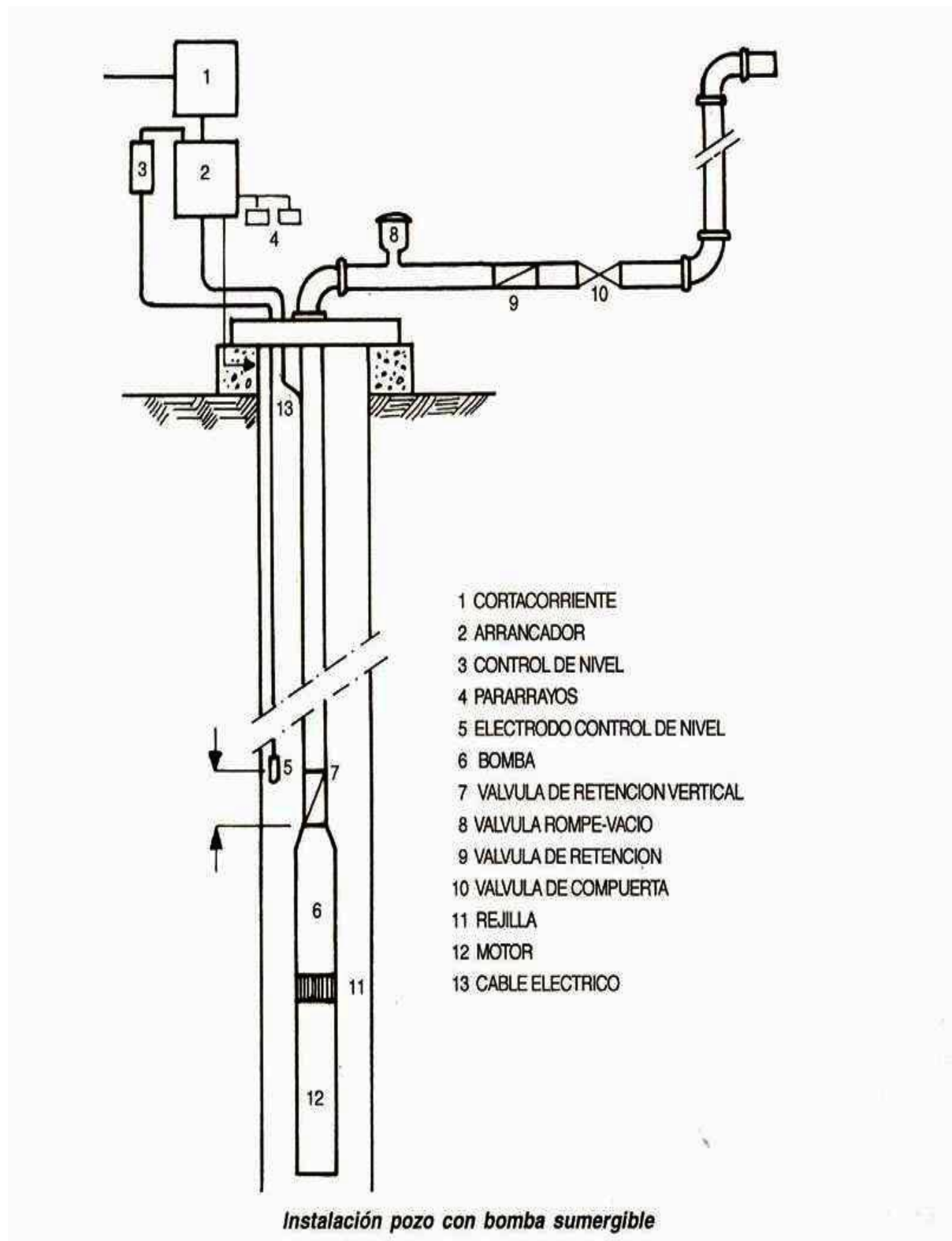
Q: caudal de bombeo ( $\frac{m^3}{s}$ )

Fm: Factor de perdidas mecánicas

e: eficiencia de la bomba (%)

$\gamma$ : Peso específico del agua ( $\frac{N}{m^3}$ )

**Figura 3: Diagrama básico de una estación de bombeo**



Fuente: Operación y mantenimiento de pozos profundos para acueductos (SENA)

#### 4.10.5 Cálculo del golpe de ariete

##### Cálculo de la celeridad

Se utilizó la siguiente fórmula propuesta por Allievi que permite la evaluación rápida de la celeridad cuando el fluido que circula es agua es:

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \cdot \frac{D}{e}}} \text{ ecuación (13)}$$

Dónde:

C= Celeridad de la onda de presión (m/s)

D= Diámetro de la conducción (mm)

e = Espesor de la tubería (mm)

**K** = Coeficiente representativo de la elasticidad ( $\xi$ ) del material constituido de la tubería conducción, que representa principalmente el efecto de la inercia del grupo de motobomba, cuyo valor es:( Tabla 11).

$$K = \frac{10^{10}}{E}$$

Dónde:

E: módulo de elasticidad

**Tabla 11: De valores de K para hallar la celeridad**

Material de la tubería	$\xi(\text{kg/m}^3)$	K
Plástico de hierro y acero	$2 \cdot 10^{10}$	0.5
Fundación	$10^9$	1
Hormigón (sin armar)	$2 \cdot 10^9$	5
Fibrocemento	$1.85 \cdot 10^9$	5.5 ( 5--6)
PVC	$63 \cdot 10^8$	33.3 ( 20--50)
PE alta densidad	$2 \cdot 10^7$	500
PE alta densidad	$9 \cdot 10^7$	111.1

Fuente: propia (2019)

### **Cálculo de tiempo crítico (tc)**

Se utilizó la siguiente ecuación propuesta por Mendiluce, se determinó el tiempo que tarda la onda en cumplir un ciclo completo en ida y vuelta desde la válvula de retención hasta entrada al tanque por toda la tubería, cuyo valor es:

$$tc = \frac{2 * L}{c} \quad \text{ecuación (14)}$$

Dónde:

tc = tiempo critico (s)

L= longitud de conducción (m)

c = celeridad (m/s)

### **Cálculo de tiempo de cierre (T)**

Se utilizó la ecuación propuesta por Mendiluce para determinar Tiempo de cierre o Tiempo de parada de la válvula de retención, cuyo valor es:

$$T = C + \frac{K * L * v}{g * CDT} \quad \text{ecuación (15)}$$

Dónde:

T: Tiempo de cierre (s)

K: Coeficiente de ajuste empírico

C: Coeficiente de ajuste empírico

L: Longitud de conducción (m)

v: Velocidad (m/s)

CDT o Hm: carga dinámica total o altura manométrica (m)

g: Aceleración de la gravedad ( $\text{m/s}^2$ )

### Valores de c según Mendiluce

Coeficiente C en función de la pendiente hidráulica (m), siendo  $m = CDT$ . Tomando valor  $C=1$  para pendientes crecientes hasta un 20% y se reduce progresivamente a partir de este valor hasta hacerse cero para pendientes del 40%. Pendientes superiores al 50% implican paradas muy rápidas, aconsejándose considerar el golpe de ariete máximo de Allievi en toda la longitud de la tubería. (Tabla 12).

**Tabla 12: Valores c para pendiente hidráulica**

i	C
<20%	1
≈ 25%	0.8
≈ 30%	0.6
≈ 40%	0.4
>50%	0

Fuente: Ingeniería Rural (2005)

### Valores k según Mendiluce

El coeficiente K depende de la longitud de la tubería y puede obtenerse a partir de tabla siguiente propuesta por Mendiluce, (Tabla 13).

**Tabla 13: Valores K en dependencia de la longitud de conducción**

L(m)	K
< 500	2
≈ 500	1.75
$500 < L < 1500$	1.5
≈ 1500	1.25
> 1500	1

Fuente: Ingeniería Rural (2005)

### Criterio para determinar el tipo de maniobra de cierre de la válvula

Se revisaron las siguientes condiciones, si tiempo de parada es menor que el tiempo crítico, la maniobra ya habrá concluido cuando se produzca el retorno de la onda de presión y tendremos un cierre rápido alcanzando la sobrepresión en algún punto de la tubería. Sin embargo, si el tiempo de parada es mayor que el tiempo crítico estaremos ante un cierre lento y en ningún punto alcanzara la sobrepresión máxima,



ya que la primera onda positiva refleja regresar antes que se genere la última negativa.

**$T < t_c \approx \text{Cierre rapido}$**

**$T > t_c \approx \text{Cierre es lento}$**

### **Calculo de longitud crítica**

Se hizo para demostrar el tipo de longitud que presenta la conducción si se trata de conducción larga o conducción corta, se utilizó la ecuación de Allievi que resulta de la igualdad de fórmula de Allievi y Michaud, cuyo valor es:

$$L_c = \frac{c * T}{2} \text{ ecuación (16)}$$

Dónde:

c: celeridad (m/s)

T: Tiempo de cierre o parada (s)

### **Criterio del tipo de longitud de conducción para elección de tipo de ecuación de golpe de ariete**

Si  $L < L_c$ , se trata de una conducción corta, que se correspondería con un cierre lento, calculándose el golpe de ariete con la ecuación de Michaud, cuyo valor es:

$$H = \frac{2 * L * V}{g * T} \text{ ecuación(17)}$$

Dónde:

H: golpe de ariete (m.c.a)

L: Longitud conducción (m)

V: Velocidad (m/s)

T: Tiempo de cierre (s)

Si  $L > L_c$ , se trata de una conducción larga, que se correspondería con un cierre rápido, calculándose el golpe de ariete con la ecuación de Allievi, cuyo valor es:

$$H = \frac{C * V}{g} \text{ ecuación (18)}$$

Dónde:

H: Golpe de ariete (m.c.a)

C: Celeridad (m/s)

V: Velocidad (m/s)

g: Aceleración de la gravedad ( $\text{m/s}^2$ )

### **Presión máxima en el interior de las tuberías**

La presión total en la tubería será la suma de la carga estática sumada a la sobrepresión por golpe de ariete, está dada por:

$$PT = H + CET \text{ ecuacion (19)}$$

Dónde:

PT: presión máxima ejercida (m.c.a)

CET: Carga Estática Total. (m)

H: Golpe de Ariete (m.c.a)

### **4.11 Dimensionamiento del tanque de almacenamiento**

El dimensionamiento del tanque fue basado en los criterios de las normas nacionales en los que se señalan que el depósito debe tener un volumen de compensación del 25% del consumo promedio diario (CPD) y un volumen de emergencia del 15% del consumo promedio diario (INAA, 2000). Se propuso el sitio de construcción del tanque en el punto más alto y más favorables para que la red cumpla con las presiones mínimas y máximas según la Norma Nacional.

## Altura del depósito

La altura del tanque fue propuesta en base a consideraciones de tipo económico:

- A mayor profundidad, mayor sería el costo de los muros perimetrales y menor sería el costo de las placas de fondo y cubierta.
- A menor profundidad, mayor será el costo de las placas de cubierta y fondo y menor será el costo de los muros perimetrales.

Teniendo en cuenta esas consideraciones la altura del tanque será calculada con la siguiente ecuación empírica:

$$h = \frac{\frac{\text{vol}}{100}}{3} + k \quad \text{ecuación(20)}$$

Donde

h: Altura en m

Vol.: volumen del tanque

A: Área transversal en m<sup>2</sup>

K: coeficiente en cientos de metros cúbicos (Tabla 14)

**Tabla 14: Constante de la capacidad de almacenamiento en función de volumen**

Vol. En cientos de m <sup>3</sup>	k
<3	2
3_6	1.8
7_9	1.5
10_13	1.3
14_16	1
> 17	0.7

Fuente: Baldonado, J. (2003). Folleto de abastecimiento de agua potable, del curso de explotación y administración de recursos hídricos. Managua, Nicaragua: Facultad de Tecnología de Construcción, UNIRUPAP

### **Base del tanque**

La base del tanque se calculó considerando una sección cuadrada, a través de la ecuación:

$$L = \sqrt{\frac{\text{vol}}{h}} \text{ ecuación(21)}$$

### **4.12 Clorado**

Toda agua que se abastece para consumo humano debe someterse a desinfección; incluso la de origen subterráneo para prevenir cualquier contaminación durante su distribución.

Para desinfectar el agua se estima la concentración del cloro que se va a utilizar para preparar adecuadamente la dosificación de la mezcla.

### **Volumen del dosificador**

La determinación del volumen dosificador se basa en la cantidad de Cloro que se agrega al agua, la producción de la fuente y el grado de concentración dosificante que se quiere establecer:

$$A = \frac{B \times Q}{C \times 10} \text{ ecuación (22)}$$

Dónde:

A= Cantidad de solución diluida a agregar, en ml/min

B= Dotación de cloro igual a 1.5 mg/lit

Q= Consumo máximo diario para cada año comprendido entre el periodo de diseño (CMD) en lit/min

C= Concentración de la disolución igual a 1%

Con los datos obtenidos para un volumen dosificador (ml/min) cualquiera, se puede calcular el volumen de almacenamiento para un día, mes o año. Como máximo se calculará para un mes, pero se deben preparar cada semana para evitar que el cloro pierda su capacidad desinfectante (se vence).

$$V_{\text{dia}} = \text{Volumen dosificador} \times \frac{1440\text{min}}{\text{dia}} \times \frac{1\text{lt}}{1000\text{ml}} \text{ ecuación (23)}$$

Como en el mercado Nicaragüense las soluciones de cloro se venden en presentaciones del 12% de concentración, es necesario calcular el volumen de solución al 12% necesaria para preparar una solución al 1% de concentración que es la que nos permite calcular la dosificación del aparato clorinador. Se emplea la siguiente formula:

$$V_{12\%} \times C_{12\%} = V_{1\%} \times C_{1\%} \text{ ecuación (24)}$$

Dónde:

$V_{12\%}$  = Volumen de la solución al 12% (ml)

$V_{1\%}$  = Volumen de la solución al 1% (ml)

$C_{12\%}$  = Concentración de la solución al 12%

$C_{1\%}$  = Concentración de la solución al 1%

$$V_{12\%} = \frac{V_{1\%} \times C_{1\%}}{C_{12\%}} = V_{1\%} \frac{1}{12} \text{ ecuación (25)}$$

Para determinar la cantidad de dosificación de cloro, se emplean las ecuaciones antes descritas. Estas se calculan en base a la proyección de Consumo Máximo Día (CMD) por año.

#### 4.13 Demandas nodales

Las demandas nodales se calcularon en base a la cantidad de viviendas que se abastecerá en la red, concentrando en demandas base en nodos a distancias no mayores a los trescientos metros ni menores a los doscientos metros de acuerdo a lo

establecido por la Norma Nacional INAA, en el cual se consideraron datos como el hacinamiento proyectado de personas en cada casa, la dotación per cápita y el factor de consumo humano; el caudal total debe ser igual a consumo máximo horario calculado.

#### **4.14 Pérdidas**

Para el análisis de la red se consideraron los aspectos de red abierta y el de malla cerrada. Utilizando la ecuación de Hazen-Williams, con un coeficiente de rugosidad de 150 para tubería p.v.c.

#### **4.15 Diámetros mínimos**

El diámetro mínimo de la tubería de la red principal de distribución será de 2 pulgadas (50mm) atendiendo satisfactoriamente la demanda máxima. En la red secundaria, podrá usarse el diámetro mínimo de una pulgada y media 1 ½" (3 7.5 mm) en longitudes no superiores a los 100.00 m (INAA, 2000, pág. 43).

#### **4.16 Velocidad permisible en tuberías**

Se revisó si las velocidades en cada una de los tramos de tubería de la red están entre los rangos permitidos (INAA, 2000, pág. 43).

Comprendidas entre velocidades de flujo de 0.6 m/s a 2.00 m/s.

#### **4.17 Presión residual**

Las presiones son uno de los parámetros más importantes del análisis de la red por tanto se revisó cada uno de los nodos de la red para comprobar si están en el rango permitido según las normas nacionales del país (INAA, 2000, pág. 43).

Comprendidas en presiones mínimas de 14m y máximas de 50m y de 75m en topografías accidentadas.

#### **4.18 Tipo de red**

Se propuso un tipo de red cerrada y abierta que es este el caso de configuración es el más conveniente desde el punto de vista de eficiencia y garantía del servicio de agua potable en los barrios en estudio.

#### **4.19 Diseño de la red de distribución**

Para la red de distribución se tomó un sistema por gravedad ya que las condiciones topográficas del sitio en estudio son las adecuadas para ello. El trazado de la red se realizó en el software AutoCAD Civil 3D siguiendo las condiciones más favorables en el alineamiento de las calles, esta información fue procesada en el software EPACAD para convertir esta información en formato del programa de EPANET con el que fue modelado el sistema.

El diseño hidráulico de la red de distribución se hizo para tres condiciones de operación:

- Tanque lleno y consumo máximo horario (CMH): Para simular una condición de trabajo exigente, pero con el taque funcionando a capacidad.
- Tanque a 1/3 de capacidad y consumo máximo horario (CMH): Para simular una condición de trabajo con un bajo nivel de agua en el depósito, situación en la cual las presiones decaen.
- Tanque lleno y consumo cero: Simula un sistema sin demanda (horas de la madrugada), cuando se presentan las mayores presiones.

#### **Procesamiento de datos para el análisis en EPANET**

Los datos que se introdujeron para efectuar el análisis son:

En los nodos: Cota de elevación y la demanda Nodal.

En los tramos: Diámetro, longitud, coeficiente de rugosidad.

El procesamiento de los datos se basó principalmente a los resultados de la velocidad en los tramos y la presión en los diferentes puntos de la red de distribución y línea de conducción, si estos parámetros no cumplían con lo establecido en las normas nacionales se continuaba la simulación en un procesos iterativo, hasta obtener resultados adecuados.

#### **4.20 Elaboración de planos constructivos**

Una vez realizado el análisis hidráulico de los componentes del sistema se procedió a la elaboración de los planos en el software AutoCAD con escalas 1:200; 1: 2000; 1:5000 de acuerdo al diseño hidráulico previo realizado tomando en consideración las rutas de las tuberías, su ubicación y todas las obras adicionales.

Se realizaron planos de planta de la red de distribución, planta de la conducción, del tanque de almacenamiento, caseta de operación, sarta de la bomba y cada uno de los detalles de los componentes de la red como válvulas, y accesorios.

#### **4.21 Estimación de costos o presupuesto de la obra**

Se estimó el costo del proyecto y se verifico la rentabilidad, factibilidad y conveniencia de llevar acabo la obra. Se realizó un análisis minucioso de la información contenida en los planos previamente elaborados aplicando la guía de costos FISE, tratando de no omitir ni el más mínimo detalle.se utilizo el software Excel para procesar todo los cálculos obtenidos.

Para así obtener el costo respectivo parcial y total de las etapas de construcción de las obras proyectadas, cubicación, precio unitario y total.



## **V. ANALISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

### **5.1 Conceptualización del proyecto**

Para solucionar la problemática de abastecimiento de agua potable en los barrios Bernardino Díaz Ochoa y Tomás Borge Martínez del casco urbano del municipio de Somoto, se propone un sistema del tipo fuente-tanque-red.

### **5.2 Estudio socio-económico**

El propósito de este estudio fue el conocer aspectos fundamentales de la situación social y económica de las familias que habitan actualmente el barrio Bernardino Díaz Ochoa, ya que en el barrio Tomás Borge Martínez el índice ocupacional es igual a cero, y de esta forma adoptar los equipos y tecnologías más adecuados para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.

La información procesada en el estudio socio-económico está en base al 100% de las viviendas encuestadas, equivalentes a una muestra de 35 casas, esta información generó datos básicos a partir de los cuales se pudieron desarrollar los cálculos necesarios para el dimensionamiento de las obras finales.

La encuesta socio-económica se encuentra dividida en los siguientes aspectos:

#### **1. Caracterización de la población actual:**

Este aspecto determina la población por grupos de edad y sexo, así como el índice ocupacional de las viviendas actuales.

#### **2. Situación y demanda del servicio de agua potable:**

Aquí se determinó la situación actual de las familias en aspectos como disponibilidad del servicio de agua, fuente actual, cercanía a la fuente, entre otros.

#### **3. Características socio-económicas:**

Este ítem comprende los ingresos promedios mensuales de las familias, situación laboral y nivel de escolaridad de la población.

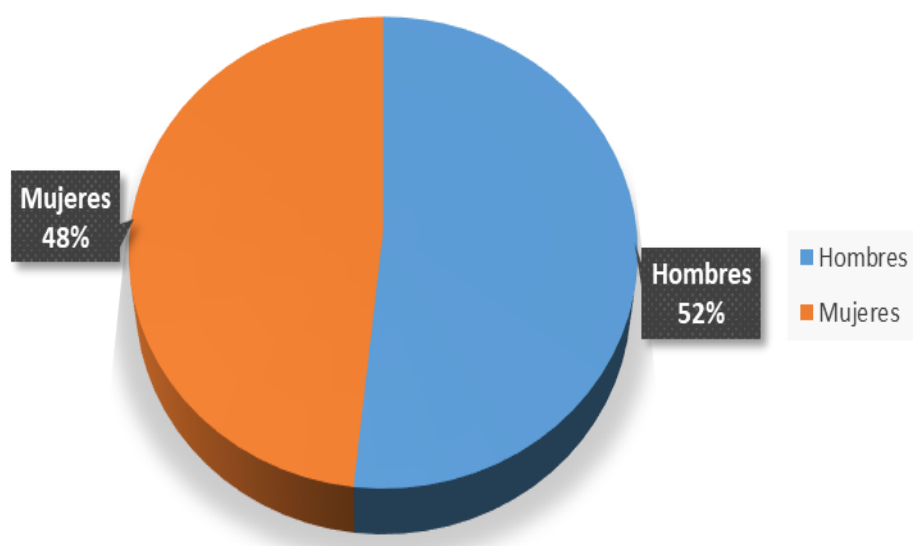
### 5.2.1 Características demográficas de la población

Los barrios objeto de estudio, tienen un total de 35 viviendas construidas, de las cuales una es utilizada como preescolar. El índice habitacional encontrado fue 3.37 hab/viv, lo cual concuerda con los datos proporcionados por Banco Central de Nicaragua, en lo relacionado al índice habitacional del municipio de Somoto. Con estos resultados se concluye que las familias no se encuentran en un estado hacinamiento, ya que el índice encontrado es inferior a 7 hab/viv.

#### Población por sexo

Según los resultados de la encuesta también se encontró un equilibrio entre las personas del sexo femenino y masculino, lo que se presenta en el gráfico 2, donde se observa que un 52% de la población masculina y un 48% femenina.

**Gráfico 2: Sexo de la población**



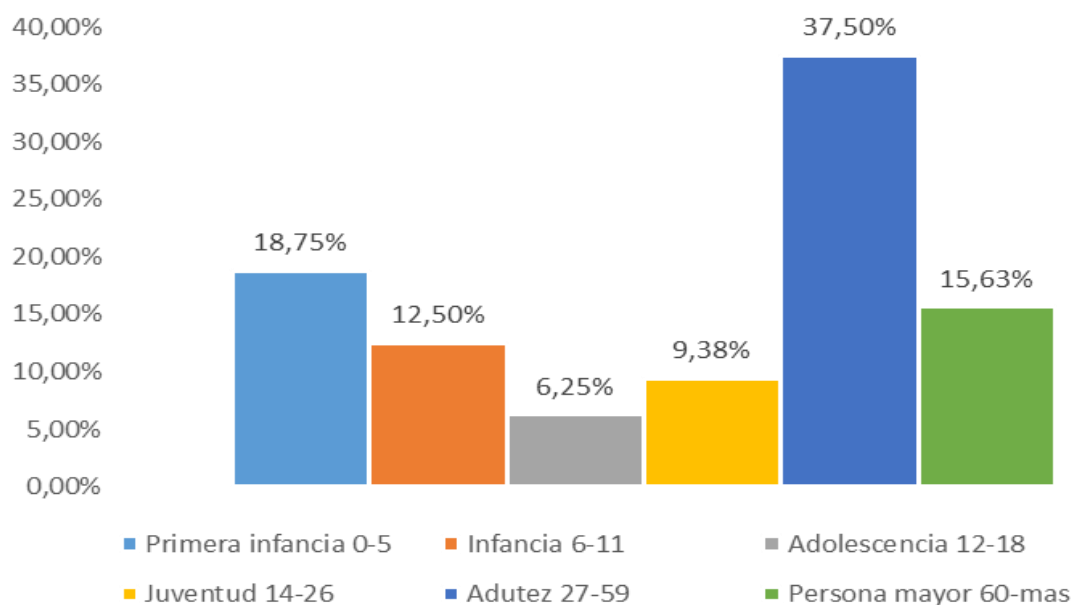
Fuente: propia (2019)

## Población por grupo de edad

Las características de la población con relación a las edades, mostradas en el grafico 3, indican que el grupo comprendido en el rango de adultez, con un 37.5 % del total de la población, es el grupo dominante, seguido del grupo de primera infancia con 18.75% y un tercer grupo correspondiente de personas con más de 60 años lo cual corresponde a un 15.63% .El resto de grupos lo conforman la juventud, infancia, adolescencia, con 9.38%, 12.50% y 6.25% respectivamente.

De lo anterior se puede deducir que 46.88% del total la población son niños y adultos mayores, los cuales son los más vulnerables a la falta del servicio de agua potable. Población (gráfico: 3).

**Grafico 3: Población por grupo de edad**



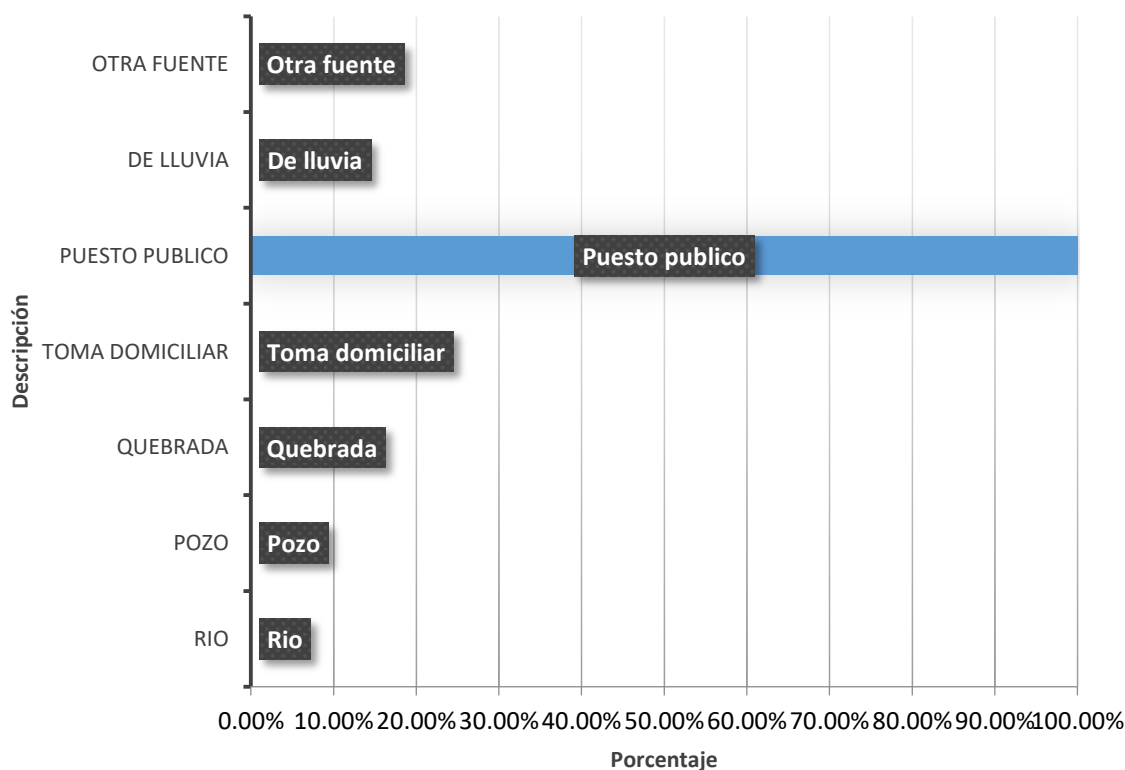
Fuente: propia (2019)

## 5.2.2 Situación y demanda del servicio de agua potable

### Fuente actual de agua potable

Cuando se analizó en la población el uso de fuente de agua se encontró que la única fuente disponible es un puesto público, donde acude la totalidad de la población a abastecerse de agua potable. A demás el mencionado puesto está ubicado en el extremo norte del barrio Bernardino Díaz Ochoa, el cual está conectado a la red de la ciudad de Somoto, y por la irregularidad del terreno, las presiones son bajas y los caudales insuficientes, por lo que en muchas ocasiones el agua no llega al puesto público (gráfico: 4).

**Gráfico 4: Fuente actual de agua potable**

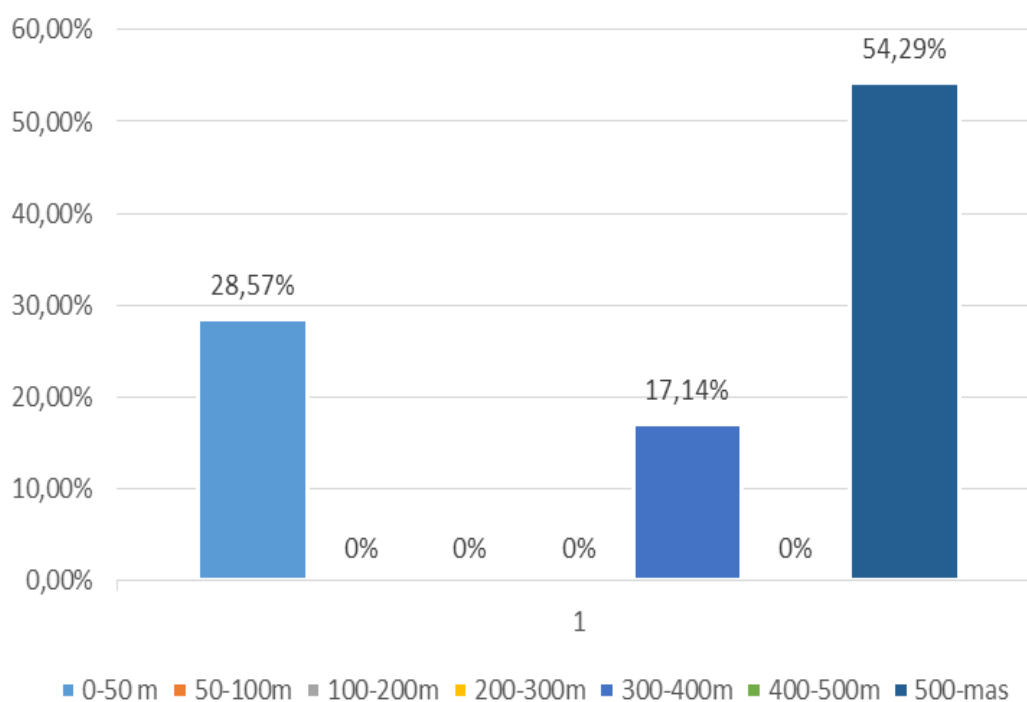


Fuente: propia (2019)

## Distancias para abastecer las viviendas con agua potable

Las mayores distancias recorridas con 500 metros corresponden al 54,29% de las familias, le sigue un rango de 300 a 400 metros con 17,14% de las familias finalizando con un 28,57% de las familias que recorren distancias entre 0 a 50 metros (grafico: 5). puede concluirse que más de la mitad de la familia realizan recorridos de 500 m.

**Grafico 5: Distancias recorridas para acarrar el agua**

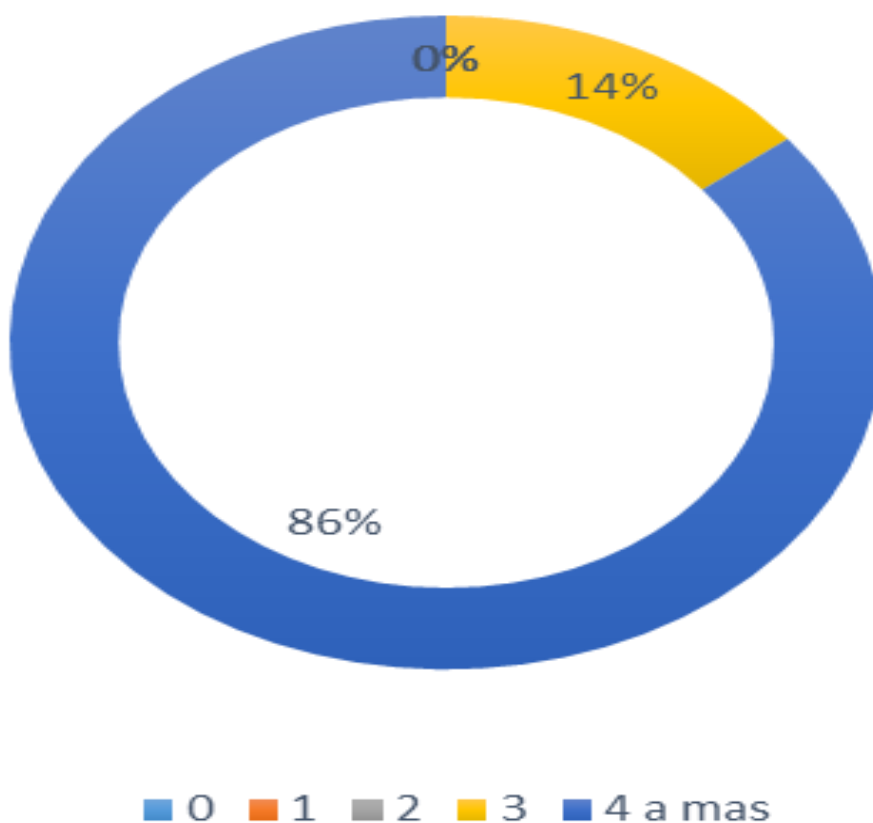


**Fuente: Propia (2019)**

### Viajes realizados por hogar para acarreo de agua

Según la gráfica: 6, el 86% de las familias realizan 4 viajes para abastecerse de agua potable, mientras que un 14% de las familias realizan 3 viajes, estas últimas mencionan que no son suficientes 3 viajes para su abastecimiento de agua no obstante debido a la distancia y al tiempo que se llevan en el recorrido solo realizan los viajes antes mencionados.

**Grafico 6: Viajes realizados por hogar para acarreo de agua**

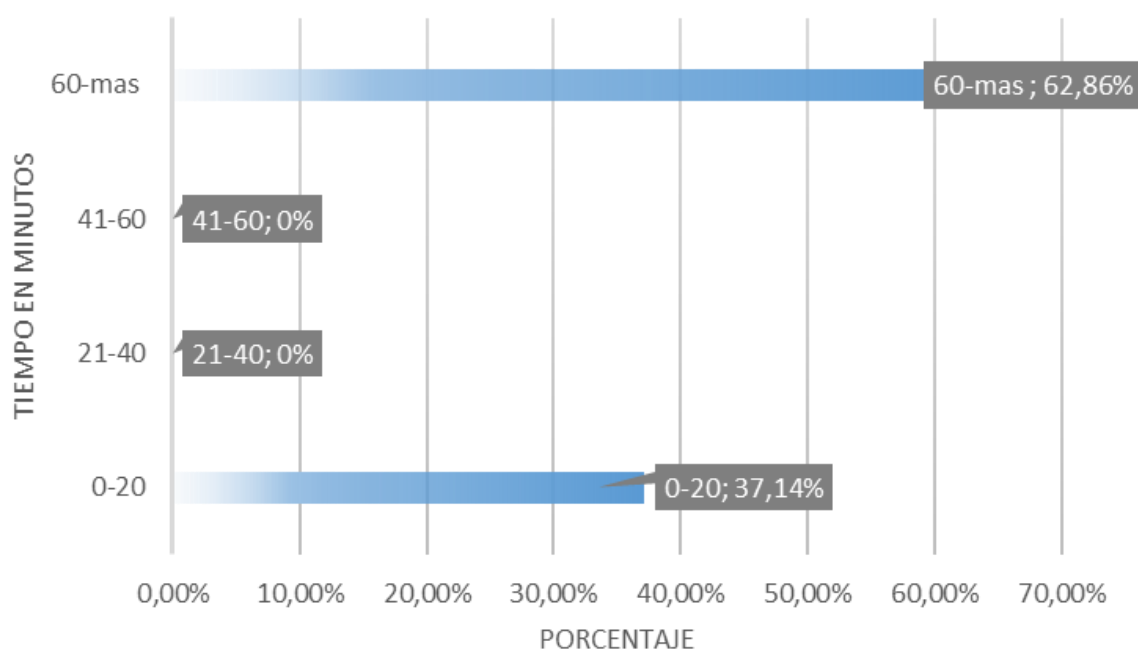


Fuente: propia (2019)

## Tiempo estimado de acarreo de agua

Según el grafico 7, el 62,86% de las familias les toma un tiempo de más de 1 hora, en transportar el total del agua que necesitan en su hogar, y a un 37,14% tarda menos de 20 minutos, estos últimos corresponden a las viviendas ubicadas cerca del puesto público.

**Grafico 7: Tiempo de acarreo de agua**



**Fuente: propia (2019)**

Todos los aspectos abordados anteriormente, evidencian la gran importancia que conlleva tener el servicio de agua potable en el hogar, al igual que los problemas que incurre no tenerlo, ya que la productividad de las familias se ve afectada, además las mujeres están siendo las más perjudicadas, ya que se pudo observar que en el lugar predomina la cultura de que, el hombre es el que trabaja y la mujer se dedique únicamente a las actividades del hogar, ellas en un 44% de los hogares encuestados, son las que asumen la labor de suministrar el agua a su familia.

### **5.2.3 Características socioeconómicas**

#### **Situación de la propiedad**

El proceso de encuesta en el barrio Bernardino Díaz Ochoa evidencio que el 100% de las viviendas habitadas y deshabitadas son propias.

#### **Saneamiento**

El barrio no se cuenta con el servicio de alcantarillado sanitario, por lo que la población hace uso de letrinas para la disposición de las excretas, además la población descarga superficialmente las aguas servidas provenientes de lavados, baños y cocinas.

#### **Energía eléctrica**

El barrio cuenta con energía eléctrica, por lo que se evidencio mediante las encuestas que el 100% de la población, cuenta con el servicio en cada una de sus viviendas, aunque aún no se cuenta con el alumbrado público en las calles en su totalidad, ya que este se limita únicamente a la entrada principal al barrio a orillas de la carretera panamericana.

#### **Ingresos mensuales por hogar**

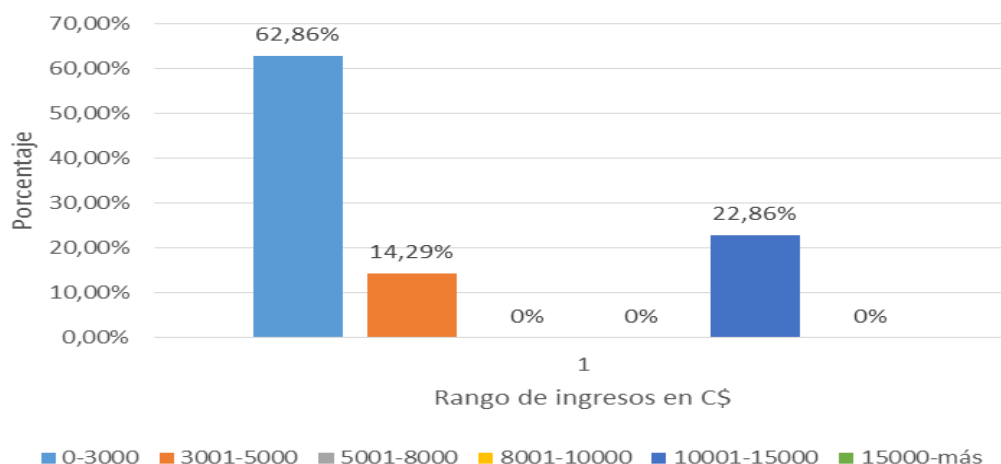
De acuerdo a los resultados en la encuesta socioeconómica realizada indican que el ingreso promedio económico por hogar que predomina, es menor a C\$ 3000 córdobas correspondiente a un 62.86% del total de los hogares encuestados, en cambio otros obtiene un ingreso de 3000 a 5000 cordobés correspondiente al 14.29% y el 22.86% estaban entre un rango de 5000 a 8000 cordobés el cual se puede observar en el (grafico 8).

Al igual que en un 40% de los jefes de familia, que son quienes llevan los ingresos económicos a cada hogar, se encontraban desempleados, contrario a un 60% que si contaban con un puesto de trabajo permanente.

Lo cual evidencia aún más la vulnerabilidad de las familias con respecto a la falta del servicio de agua (gráfico: 9).



**Grafico 8: Ingreso promedio mensuales por hogar**

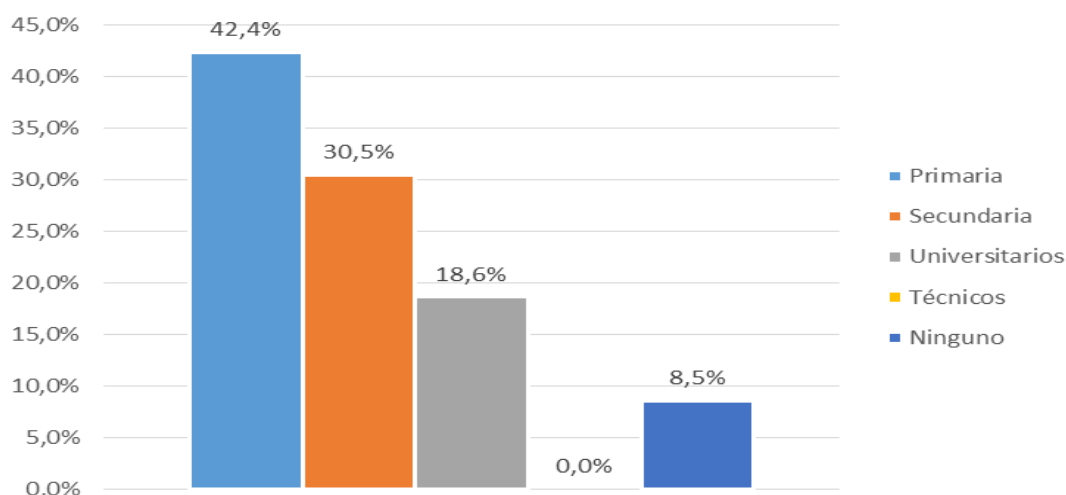


Fuente: Propia (2019)

### Nivel de educación

Según el resultado de la encuesta socioeconómica, y de acuerdo al grafico 9, se puede observar que en un 42,4% tiene un nivel de educación primaria, luego un 30,5% la educación secundaria, 18,6%, educación universitaria y un 8,5% de la población que son analfabetas o únicamente saben leer y escribir.

**Grafico 9: Nivel de educación de la población**



Fuente: Propia (2019)

### 5.3 Proyección de la población

#### 5.3.1 Cálculo del índice habitacional por vivienda

Para la determinación del índice habitacional de los barrios Tomas Borge Martínez y Bernardino Díaz Ochoa se tomaron datos de la encuesta que se realizó, con ello se determinó el índice habitacional por vivienda. (Tabla 15).

**Tabla 15: Resultados de encuestas del barrio Bernardino Díaz Ochoa**

Año	población	viviendas	hab.por.viv
2019	118	35	3.37

Fuente: propia (2019)

El índice habitacional obtenido por las encuestas realizadas en el presente estudio es de 3.37 personas por viviendas y el índice según el censo de edificaciones del municipio de Somoto, realizado por el Banco Central De Nicaragua (BCN\_GIS) en el año 2017 es de 4 personas por vivienda, por lo cual se estima que el índice se mantiene constante tomando como referencia un índice de cuatro personal por vivienda para la proyección de la población.

#### 5.3.2 Proyección

Para determinar el consumo aguas necesarias para el abastecimiento de agua potable de los próximos 20 años de la población de los barrios Bernardino Díaz Ochoa y Tomás Borge Martínez, se determinó mediante la ecuación 1, mediante el método de saturación de donde resulto una población futura de 2520 habitantes .El resultado servirá para determinar el equipo de bombeo, línea de conducción, red de distribución y tanque de almacenamiento de agua. En la siguiente (Tabla 16) se muestra los resultados.

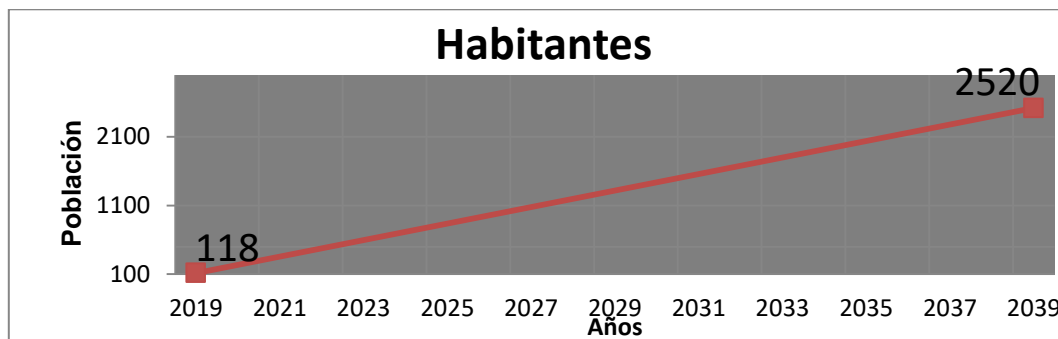
**Tabla 16: Resumen de proyección de la población**

Año	Nº lotes	Índice HBV	Habitantes
2019	35	3.37	118
2039	630	4	2520

Fuente: propia (2019)

En el siguiente grafico 10 se puede observar el comportamiento que tendrá el crecimiento de los habitantes de los barrios en estudio.

**Grafico 10: Crecimiento poblacional dentro del periodo de diseño**



Fuente: propia (2019)

#### 5.4 Proyección del consumo

Para la dotación de agua que se utilizó en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de los barrios Bernardino Díaz Ochoa y Tomás Borge Martínez, se analizaron las dotaciones recomendadas por el instituto nicaragüense de acueductos y alcantarillados (INAA), en sus normas técnicas para el diseño de abastecimientos y potabilización de agua.

En los barrios en estudio tienen una población proyectada, para el año 2038, de 2520 habitantes, por lo anterior se adoptara una dotación de 75 litros por persona diario (lppd) o 20 galones por persona diario (gppd) constante a lo largo del periodo de diseño. El consumo público será del 7% de consumo promedio diario (CPD) y pérdidas un 20% del consumo promedio diario (CPD), determinando así el consumo total al final del último día del periodo del diseño proyecto.

##### 5.4.1 Consumo promedio diario

Para determinar el consumo promedio diario se utilizó la ecuación (2), descrita en la metodología, de donde se obtuvo un consumo promedio máximo diario de 2.778 litros por segundo o 44.034 galones por minuto esto para el final de periodo de diseño del proyecto

### 5.4.2 Consumo máximo día (CMD)

El consumo del máximo día (CMD), se estima utilizando el factor de variación diaria de 1.5 con respecto al consumo promedio diario (CPD). De aquí resulto utilizando la ecuación (3), que el caudal de diseño de la línea de conducción para el final del periodo de diseño del proyecto es de 4.17 lps o 66.051 gpm.

### 5.4.3 Consumo máximo horario (CMH)

También se calculó consumo de la máxima hora (CMH), por ello utilizo el factor de variación horaria de 2.5 con respecto al Consumo Promedio Diario (CPD).

Con la aplicación de la ecuación (4) se encontró el caudal de diseño de la red principal de distribución al final de periodo de diseño del proyecto es de 6.9453 lps o 110.086 gpm (Tabla 17).

**Tabla 17: Resumen de proyección de consumo de los barrios Tomas Borge Martínez Y Bernardino Díaz Ochoa del casco urbano de Somoto, Departamento de Madriz**

periodo		dotación	cpd	publico	perdidas	c	caudal máximo día		caudal máximo hora		almacenamiento
año	población	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	$\frac{m^3}{s}$	l/s	$\frac{m^3}{s}$	$\frac{m^3}{d}$
2019	118	75	0.10	0.01	0.02	0.13	0.19	0.00019	0.32	0.00032	4.49
2039	2520	75	2.19	1.53	0.44	2.78	4.17	0.00041	6.94	0.00069	96

Fuente: propia (2019)

## 5.5 Fuente de abastecimiento

### Características de la fuente

El pozo ubicado en barrio Tomas Borge Martínez será la fuente de abastecimiento del proyecto de agua potable en los barrios en estudio el cual cuenta con las características necesarias tanto por su caudal el cual es suficientemente necesario para suplir la demanda proyectada del proyecto, como por la calidad del agua. La productividad en estimada del pozo es de 140 gpm equivalente a 8.75 l/s y la demanda máxima proyectado a los 20 años es de 110.086 gpm equivalente a 6.95 l/s, lo que indica un caudal superior al requerido en los barrios.

## 5.6 Determinación de la capacidad del pozo

El 14/03/2016 la empresa constructora OOSPERSA comenzó la perforación del pozo Tomas Borge Martínez, el cual fue finalizado el 24/03/2016 .se realizó revestimiento con tubería PVC de 8", filtro de grava, también se hizo limpieza, y se construyó un sello sanitario.

Posteriormente se realizó la prueba de bombeo, el caudal obtenido por medio de la prueba del método volumétrico se obtuvo un caudal en toda la etapa de la perforación con un caudal fue de 140.00 gpm equivalente a 8.75 l/s.

## 5.7 Análisis del pozo Tomas Borge Martínez de calidad del agua

Los estudios sobre la calidad del agua que se muestran en esta sección, fueron realizados en el laboratorio químico SA. LAQUISA, por el cargo de la Alcaldía Municipal de Somoto entre los que destacan los proyectos de agua potable y saneamiento. Los estudios fueron realizados el 3 abril del año 2018.

En las tablas siguientes se muestran los resultados del Análisis Bacteriológico y Físico Químico. Los informes originales se muestran en Anexos 3.

### 5.7.1 Análisis bacteriológico

Los resultados se presentan en la tabla (Tabla 18), y en ella se refleja que el agua está libre de bacterias, por tanto es apta para el consumo humano, siendo suficiente desinfección preventiva con cloro.

**Tabla 18 : Análisis bacteriológico**

Parámetro	Unidad	Resultado	Valor recomendado	Valor máximo admisible	Observaciones
Coliforme Totales	NMP/100ml	0	Neg	Neg	cumple
Coliformes Fecales	NMP/100ml	0	Neg	Neg	cumple
Escherichia Coli	NMP/100ml	0	Neg	Neg	cumple

Fuente: LABORATORIO QUIMICO S.A LAQUISA (2019)

El análisis refleja que el agua está libre de bacterias y el agua es apta para el consumo humano ya que está libre de coliformes fecales, siendo suficiente desinfección preventiva con cloro.

### 5.7.2 Análisis físico-químico

Debido a que el agua es un solvente universal, existe la posibilidad de que una inmensa cantidad de elementos y compuestos estén presentes en ella en forma de solución, aunque la gran mayoría de estos no tienen mucho significado, existen otros que tiene incidencia directa en la salud. Los resultados del análisis físico químico se muestran a continuación. (Tabla 19).

**Tabla 19: Análisis físico químico**

Análisis	Unidad	Resultado	Valor recomendado	Valor máximo admisible	Observaciones
Turbidez	UNT	1.6	1	5	cumple
PH a 25 , 0 °C	UNIDAD	8.28	Neg		cumple
Temperatura	°C	NR	18 a 30		cumple
Iones de Hidrógenos	PH mg lts	NR	6.5 a 8.5		cumple
Cloro Residual	mg/l		0.5 a 1.0		
Cloruros	mg/l	13.5	25	250	cumple
Conductividad	Ms/cm	338	400		cumple
Dureza	mg/lCaCo3	74.6	400		cumple
Sulfatos	mg/l	4.1	25	250	cumple
Aluminio	mg/l			0.2	
Calcio	mg/l	23.9	100		cumple
Cobre	mg/l		1	2	
Magnesio	mg/lCaCo3	3.6	30	50	cumple
Sodio	mg/l	33.2	25	200	cumple
Solidos Totales	mg/l	400		1000	
Zinc	mg/l			3	
Alcalinidad	mg/l				
Bicarbonatos	mg/l	180.3			cumple
Nitratos_NO 30^1	mg/l	0.9	25	45	cumple
Nitritos NO 30^1	mg/l	0.03	0.1	0.5	cumple

Fuente: LABORATORIO QUIMICO S.A LAQUISA (2019)

Si bien el análisis realizado a la fuente incluye todos los parámetros físicos químicos de interés, los parámetros medidos indican que el agua es adecuada para fines de consumo humano, pues las concentraciones se encuentran dentro de los límites permisibles por el INAA.

**Tabla 20: Análisis de metales pesados**

Análisis	Unidad	Resultado	Valor recomendado	Valor máximo admisible	Observaciones
Amonio	mg/l	<0.0003	0.05	0.5	cumple
Hierro	mg/l	0.17		0.3	cumple
Balance Iónico	mg/L	0.86	0.9	1	cumple
Cianuro Total	mg/L	<0.0010		0.05	cumple
Arsénico	ug/l <sup>-3</sup>	<0.99		100	cumple
Manganeso	ug/l <sup>-1</sup>	124.21	25	1000	cumple
Mercurio	ug/l <sup>-1</sup>	0.45	400	10	cumple

Fuente: LABORATORIO QUIMICO S.A LAQUISA (2019)

En definitiva los resultados de los análisis realizados para determinar la calidad de las aguas del pozo en consideración, fueron satisfactorios, todos los resultados (Tabla 18, 19, 20), se encuentran dentro de los límites permisibles según las normas CAPRE y el INAA para aguas con fines de uso doméstico y consumo humano, por consiguiente no se requiere de ningún tratamiento adicional más que la desinfección preventiva. En anexos C se muestran los análisis del laboratorio.

## 5.8 Diseño hidráulico del equipo de bombeo

El siguiente equipo está dimensionado para un periodo de 20 años del diseño, no obstante deberá ser remplazado luego de los primeros 10 años por otro equipo con las mismas especificaciones que el primero.

El equipo del bombeo está diseñado para vencer la Carga Total Dinámica (CTD), que es la carga total contra la cual debe operar la bomba. Siendo la energía por unidades de peso de líquidos que debe suministrarle la bomba al mismo para que pueda realizar el trabajo que pretende.

Se deberán tomar las siguientes condiciones

- Nivel Estático del Agua (NEA).....41.33 m
- Nivel Dinámico del Agua (NDA).....42.67 m
- Sumergencia.....10 pies
- Tubería de conducción (pvc) con c.....150
- Tubería bajo alcantarilla (Ho.Go) con C.....130
- Caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s).....4.17 l/s

La línea de conducción fue trazada embace a la topografía de los barrios considerando el trazado más óptimo tanto económico y funcional, La longitud de la línea de conducción es de 906.36 m .el tiempo de bombeo estará basa a lo que se plantea en la Norma Nacional (INAA) con un tiempo de bombeo de 12 horas.

### 5.8.1 Diámetro interno de la línea de conducción

Se utilizó la ecuación (5) para determinar el diámetro de la conducción resultando un diámetro de 3.93 pulgadas. Se propuso el diámetro en base al costo más bajo y con funcionamiento según lo establecido en la Norma Nacionales, cumpliendo con las velocidades máximas y mínimas.

Con estas consideraciones, se optó por el diámetro de  $\Phi$  4", ya que es el que cumple con la velocidad de operación del sistema, sin crear excesivas sobrepresiones por el efecto del golpe de ariete.

### 5.8.2 Velocidad

Se usó la ecuación (6) de la continuidad, lo que dio como resultado una velocidad de 0.953 m/s. La velocidad calculada está en los márgenes establecidos según las Normas Nacionales para limitar los golpes de ariete. Esta velocidad está entre los rangos de operación, ya que con ella no habrá problemas de desgastes en la tubería por velocidades mayores, ni problemas de sedimentos por velocidades muy bajas. En la tabla 21 se presenta el resumen de las velocidades y diámetros, así como los precios según las opciones de diámetros, los cuales van de 3 pulgadas hasta 6 pulgadas. Como se indicó anteriormente se seleccionó el diámetro de 4 pulgadas.

**Tabla 21: Diámetro**

SDR. 26					
$\Phi$ nominal		$\Phi$ externo	espesor de pared	$\Phi$ interior	velocidad
[pulg]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[m/s]
3	75	88.90	3.43	82.04	1.57
4	100	114.30	4.39	105.52	0.95
6	150	168.28	6.48	155.32	0.44

Fuente: Propia (2019)



### 5.8.3 Carga dinámica total

A continuación se mencionan, los valores de las variables consideradas en el cálculo de la carga dinámica total.

- Nivel más bajo del agua (NB), este se determinó con la ecuación (9), se consideraron también las especificaciones técnicas para la construcción del pozo, de acuerdo a las mismas, se determinó que el nivel más abajo del agua será de 45.72 m.
- Carga en diferencia de nivel tanque –nivel de pozo. se determinó con la ecuación (10), tomando datos como la cota del predio de tanque y cota del predio de tanque resultando una diferencia de nivel de 49.58m.
- Pérdidas dentro de la columna del pozo ( $h_{fs}$  columna)  
Se calcula en base a la norma Nacional, establece que la pérdida en la tubería de succión no debe ser mayor al 5% de su longitud. Mediante la ecuación (11) se obtuvo una pérdida de 2.2858 m en la succión.
- Pérdidas en la descarga ( $h_f$  descarga)

La tubería de descarga tendrá un diámetro de 4" pulgadas SDR 26, con una longitud de 906.36m, el caudal de bombeo fue de  $0.008333 \text{ m}^3/\text{s}$  (tabla 21 y tabla 11). Con los datos de diámetro interior para tubos PVC SDR26 4" pulgadas, coeficiente de rugosidad 150 PVC de Hazen Williams, y luego sustituyendo los mencionados valores en la ecuación (7), se obtuvo la pérdida de carga en tubería de impulsión cuyo valor fue de 7.27 m.

Utilizando la ecuación anterior también se determinó la pérdida de carga en la tubería bajo la alcantarilla, esta tubería tiene un diámetro de 4 pulgadas y longitud de 16.64 m, es de HoGo con rugosidad de 130. La pérdida de carga encontrada en el mencionado tramo fue de 0.17m.

De igual forma se obtuvo la pérdida de carga producida en la sarta, la cual tiene una longitud de 5.53 m, con lo que la pérdida de carga fue de 0.06 m, como se muestra

en la tabla 22, donde además se describen las pérdidas locales por accesorios instalados en la sarta.

**Tabla 22: Pérdidas localizadas en longitud equivalente en metros de tubería recta HoGo y H.F**

Elementos en Sarta de Bombeo			
Accesorios $\Phi = 4"$	cantidad	LE [m]	LE TOTAL [m]
Válvula de aire H.F. $\Phi 1\ 1/2"$	1	2.10	2.10
Medidor Maestro	1	60.00	60.00
Válvula de pie	1	23.00	23.00
Válvula de Chek H.F.	1	13.72	13.72
Cruz Ho.Go.	1	2.10	2.10
Unión Maleable $\Phi = 4"$	1	2.13	2.13
Válvula de pase Ho.Go.	1	27.43	27.43
Codos de $45^\circ$ Ho.Go.	1	1.50	1.50
Tee Ho.Go	1	2.10	2.10
<b>S Longitud Equivalente H.F</b>			15.82
<b>hl [m]</b>			<b>0.16</b>
<b>S Longitud Equivalente Ho.Go</b>			118.26
<b>hl [m]</b>			<b>1.24</b>

Fuente: propia (2019)

Pérdida locales en la tubería de diámetro de  $\Phi = 4"$  pulgadas se usó un coeficiente de rugosidad de  $c = 150$  según la Norma Nacional para tubería pvc, el cálculo se hizo con la ecuación anterior de Hazen Williams ver resultados (tabla: 23).

**Tabla 23: Pérdidas localizadas en longitud equivalente en metros de tubería recta**

Elementos de línea de conducción			
Accesorios $\Phi = 4"$	cantidad	LE [m]	LE TOTAL [m]
Válvula de aire H.F. $\Phi 1\ 1/2"$	6	2.10	12.60
Válvula de compuerta $4"$	1	0.70	0.70
Entrada borda	1	3.20	3.20
Salida de tubería	1	3.20	3.20
Codo de $45^\circ$ PVC $\Phi 4"$	5	1.50	7.50
Codo de $11.25^\circ$ PVC $\Phi 4"$	2	0.70	1.40
Codo de $90^\circ$ PVC $\Phi 4"$	9	2.10	18.90
Adaptador hembra PVC $\Phi 4"$	4	2.13	8.52
Válvula de purga $\Phi 1\ 1/2"$	4	2.10	8.40
<b>Longitud Equivalente</b>			64.42
<b>hl [m]</b>			<b>0.50</b>

Fuente: propia (2019)

La pérdida total en descarga fue de 9.402 m.

Carga dinámica total se determinó con la ecuación (8), obteniendo una Carga Dinámica Total de 109.30 m que es la altura que debe vencer la bomba que se propuso.

#### 5.8.4 Potencia hidráulica de la bomba

Se consideró criterios establecido por la norma nacional como recomienda eficiencias de operación entre 70% y 80% y un factor de motor de 1.15, el caudal será el antes calculado el caudal de bombeo de 0.00833m<sup>3</sup>/s. La carga dinámica total es la antes calculada, el peso específico de 9810 N/m<sup>3</sup>. Con la ecuación (12) se obtuvo la potencia de la Bomba comercial de 20 hp.

#### 5.8.5 Selección del equipo de bombeo, tomando siguiente consideración

Para la selección del equipo de bombeo se consideraron las siguientes variables:

- **Caudal.....30 m<sup>3</sup>/h**
- **CDT.....109.30m**

Luego basado en el catálogo de bombas sumergibles FRANKLIN ELECTRIC, se seleccionó el modelo 175STS20D6X-0764, que satisface las presiones y caudales en el punto de operación de la bomba (caudal y presión). La bomba sumergible tiene las siguientes características:

**Diámetro de descarga..... 4" pulgadas**  
**Potencia .....20 hp**  
**eficiencia.....70%**

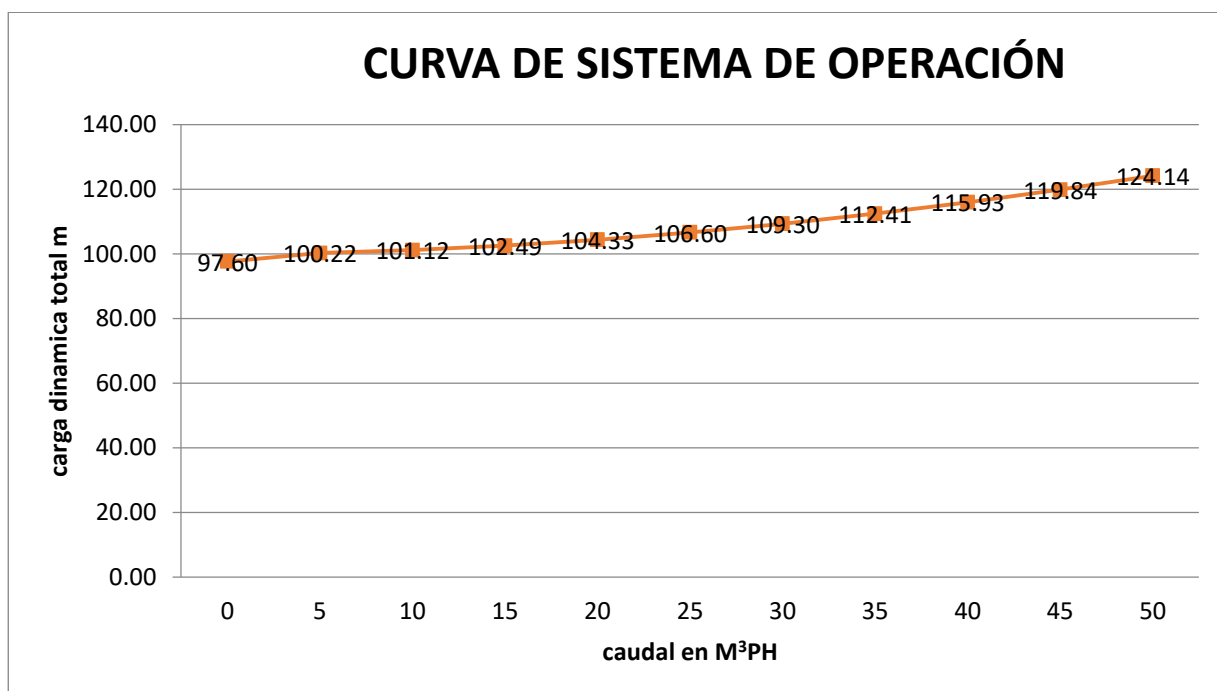
En la siguiente tabla se presentan las Cargas Dinámicas Totales que vencerá el equipo de bombeo propuesto en relación con diferentes caudales de bombeo. Debido a que la capacidad del equipo supera la demanda actual se recomienda instalar una válvula reductora de caudal, con la finalidad de ajustar al caudal a las necesidades de demanda diarias. En anexos D se muestra las especificaciones y punto de operación de la bomba.

**Tabla 24: Resumen de Carga Dinámica total y caudal de operación**

caudal	total de perdidas	carga estática	carga dinámica total(CDT)
M <sup>3</sup> PH	m	m	m
0	0.00	97.60 m	97.60
5	2.63	97.60 m	100.22
10	3.52	97.60 m	101.12
15	4.89	97.60 m	102.49
20	6.73	97.60 m	104.33
25	9.01	97.60 m	106.60
30	11.70	97.60 m	109.30
35	14.82	97.60 m	112.41
40	18.33	97.60 m	115.93
45	22.24	97.60 m	119.84
50	26.54	97.60 m	124.14

Fuente: propia (2019)

**Grafico 11: Curva del sistema de operación**



Fuente: propia (2019)

## **5.9 Diseño hidráulico de línea de conducción**

A continuación se presentan los parámetros y resultados del diseño hidráulico de la línea de conducción.

### **a) Diámetro de línea de conducción**

El diámetro fue calculado en el inciso anterior (5.10.1) dando como resultando un diámetro de tubería de conducción de 4 pulgadas. La velocidad 0.953m/s calculada anterior inciso (5.10.2).

## **5.10 Golpe de ariete**

Se hizo revisión de la presión máxima ejercida en la tubería de conducción tomando como referencia la tubería pvc SDR26  $\Phi$  4"  $\approx$  105.52 mm con un espesor de 4.39 mm y valor K de celeridad de 33.3 para tubos de pvc, encontrándose que cumple con la capacidad de soporte de presión, (Tabla 2).

### **Cálculo de la celeridad**

En base a la ecuación (13) de la celeridad y tomado los valores de elasticidad del material, diámetros y espesor, se obtuvo una celeridad de 339.7 m/s

### **Cálculo del tiempo crítico**

Esto se hizo para conocer el tiempo que tarda la onda en recorrer un ciclo entero, es decir lo que tarda en una ida y vuelta por toda la tubería. Con una longitud de propagación por toda línea de conducción de 974.24m y una celeridad de 339.7m/s.se uso la ecuación (14) con ella se obtuvo un resultado de 5.73 s lo que tarda la onda en cumplir el ciclo.

### **Cálculo del tiempo de cierre**

Hay considerar los coeficientes de ajuste empírico planteados según Mendiluce  $k=1.5$  y  $C= 1$  (ver tabla: 7), tomando referencia de datos anterior como  $CDT=109:30m$ ,  $L= 974.24m$  y  $v= 0.953$  m/s.

Usando la ecuación de Mendiluce (15), se determinó que el tiempo de cierre de la válvula de retención fue de 2.3 s. De acuerdo a la comparación del tiempo de maniobra ( $T$ ) o tiempo de cierre de la válvula de retención es menor que el tiempo crítico ( $t$ ) esto refleja que se trata de un cierre rápido en base a la condición antes planteada.

### **Cálculo de longitud crítica**

La longitud crítica se determinó mediante la ecuación (16) de donde se obtuvo una longitud de 390.655, Basándose en los conceptos de longitud crítica se demuestra que la instalación de conducción es larga y de cierre rápido ( $L > L_c$ ), siendo el valor de golpe de ariete por Allievi desde la válvula hasta el punto crítico y por Michaud en el resto.

### **Cálculo de la sobrepresión**

Por los resultados del inciso anterior, se optó por la ecuación (18) de Allievi para determinar el golpe de ariete, resultando éste en un valor de 33 m de presión.

### **Presión total**

La presión total ejercida en el interior de las paredes de la tubería está dada por la sumatoria de la carga estática total y la sobrepresión del Golpe de Ariete. Usando la ecuación (19) se pudo obtener un resultado de 84.88 m equivalentes a 120 PSI.

Considerando la presión de trabajo ofrecida por la tubería SDR-26  $\Phi$  4", que es de 112.5 m.c.a ó 160 psi, se concluye que la cedula propuesta es recomendable para la línea de conducción, ya que es capaz de soportar la presión total, o sea la presión estática y sobrepresión ejercida por el golpe de Ariete.

## **5.11 Almacenamiento**

### **5.11.1 Capacidad de almacenamiento**

Debido a que la población es menor de 20,000 habitantes, según la norma de INAA para obtener el volumen de compensación, se debe considerar un 25% del consumo promedio diario de la población en estudio y un 15% del consumo promedio diario

de reserva, obteniendo de esta manera un 40% del consumo promedio diario. El caudal promedio diario es de 2.778 l/s equivalente a 240 m<sup>3</sup>/día, por tanto al realizar el cálculo se obtuvo un volumen total de almacenamiento de 96 m<sup>3</sup>/día.

Dado que la población de los barrios proyectada, es de 2520 habitantes, según la norma técnica para el abastecimiento y potabilización de agua de INAA, en su capítulo 2, indica que no se debe considerar caudales contra incendio.

### **5.11.2 Dimensionamiento del tanque de almacenamiento será**

#### **Cálculo de la altura del tanque**

De acuerdo a Tabla: 7 la constante K para volumen por cientos menor que 3 será igual a 2, Esta se calculó, con la ecuación (21), obteniendo como resultado una altura 2.8 m hasta la tubería de rebose, según la Norma Nacional a esta altura se le sumo 50 cm de borde libre quedando la altura del tanque de 2.8 m que está en el margen permitido por la Norma que permite alturas de 3m para tanque sobre el suelo.

#### **Cálculo de la base del tanque**

La base del tanque se calculó con la ecuación (21), considerando una sección cuadrada se obtuvo que la longitud de la base del tanque sea de 6.5m por lado. La losa del tanque tendrá un espesor de 18 cm con un concreto de 4000 psi como se muestra en anexos en el plano de detalles del tanque.

### **5.12 Red de distribución**

#### **5.12.1 Periodo de diseño**

Considerando la vida útil de las estructuras, equipos, componentes del sistema de agua, crecimiento de la población, como posibles desarrollos o cambios en los barrios que dificulten realizar ampliación del proyecto, comportamiento de las obras en los primeros años de operación; se estima se alcanzará en un período de 20 años.

El período de diseño de 20 años correspondería a un intervalo de tiempo desde el año 2019 hasta el año 2039, período para el cual realizó el análisis técnico de cada una de las partes del sistema.

#### **5.12.2 Análisis de la red de distribución**

La simulación del sistema se realizó con el software EPANET, considerando tres Condiciones de trabajo:

- Tanque lleno y CMH: Para simular una condición de trabajo exigente, pero con el taque funcionando a capacidad.
- Tanque a 1/3 de capacidad y CMH: Para simular una condición de trabajo con un bajo nivel de agua en el depósito, situación en la cual las presiones decaen.
- Tanque lleno y consumo cero: Simula un sistema sin demanda (horas de la madrugada), cuando se presentan las mayores presiones.

Todas las simulaciones se realizaron considerando las siguientes consideraciones:

- Las dimensiones reales del tanque de almacenamiento.
- Tuberías de PVC, C= 150 y 2 “pulgadas de diámetro.

El modelo Hidráulico consta de 30 nodos, en base a la condiciones de topografía accidentada se hizo necesario la colocación de nodos cercanos que permitieran un mejor control de las características de interés (presión y velocidades)



**Tabla 25: Resultados de presiones para condiciones tanque lleno y consumo Máximo Horario (CMH)**

ID Nudo	Cota	Demanda	Presión
	m.s.n.m	LPS	m.ca
Conexión N1	748.00	0.00	6.72
Conexión N2	748.00	0.00	0.00
Conexión N3	718.67	0.00	28.30
Conexión N4	711.85	0.00	34.34
Conexión N5	707.44	0.00	37.81
Conexión N6	715.44	0.00	29.24
Conexión N7	710.13	0.00	34.03
Conexión N8	714.66	0.00	29.16
Conexión N9	728.66	0.00	14.48
Conexión N10	728.45	0.00	14.26
Conexión N11	721.00	0.00	20.57
Conexión N12	706.22	0.00	34.56
Conexión N13	698.84	0.00	41.27
Conexión N14	700.65	0.00	38.01
Conexión N15	695.92	2.86	41.60
Conexión N16	698.95	0.00	40.99
Conexión N17	707.46	0.00	34.01
Conexión N18	696.90	2.40	42.27
Conexión N19	698.84	0.00	42.45
Conexión N20	707.49	0.00	35.37
Conexión N21	715.81	0.00	27.60
Conexión N22	703.01	0.00	41.41
Conexión N23	697.02	0.00	45.03
Conexión N24	697.99	0.00	43.52
Conexión N25	698.74	0.00	42.24
Conexión N26	701.82	0.00	37.56
Conexión N27	702.44	0.00	34.68
Conexión N28	706.26	0.00	29.45
Conexión N29	704.10	0.00	30.90
Conexión N30	707.44	0.00	26.95
Conexión N31	698.24	0.00	33.01
Conexión N32	698.69	1.69	30.70
Depósito DEP1	752.58	-6.95	2.30

Fuente: EPANET (2019)

Bajo las condiciones podemos observar el buen funcionamiento de la red en cuanto a las presiones obtenidas ya que están en el margen de aceptación de la Norma (INAA), en donde estamos por encima de la presión mínima de 14 m.c.a y dentro del margen permitido en presión máxima 50 m.c.a.

**Tabla 26: Resultado de velocidades para condición tanque lleno y CMH**

ID LINEA	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Estado
Tubería P1	21.72	100	150	6.95	0.88	Abierto
Tubería P2	138.73	100	150	6.95	0.88	Abierto
Tubería P3	104.90	100	150	6.95	0.88	Abierto
Tubería P4	126.10	100	150	6.95	0.88	Abierto
Tubería P5	127.00	100	150	5.26	0.67	Abierto
Tubería P6	118.50	100	150	5.26	0.67	Abierto
Tubería P7	75.20	100	150	5.26	0.67	Abierto
Tubería P8	60.02	62	150	2.48	0.82	Abierto
Tubería P9	37.76	62	150	2.48	0.82	Abierto
Tubería P10	99.44	62	150	2.48	0.82	Abierto
Tubería P11	84.96	50	150	1.27	0.65	Abierto
Tubería P12	71.964	50	150	1.27	0.65	Abierto
Tubería P13	155.50	50	150	1.27	0.65	Abierto
Tubería P14	123.32	50	150	1.27	0.65	Abierto
Tubería P15	170.80	50	150	1.59	0.81	Abierto
Tubería P16	188.2	50	150	1.22	0.62	Abierto
Tubería P17	96.28	50	150	1.17	0.60	Abierto
Tubería P18	241.60	50	150	1.23	0.62	Abierto
Tubería P19	178.77	50	150	1.23	0.62	Abierto
Tubería P20	112.61	50	150	1.55	0.79	Abierto
Tubería P21	102.85	50	150	1.55	0.79	Abierto
Tubería P22	38.97	62	150	2.78	0.92	Abierto
Tubería P23	29.76	62	150	2.78	0.92	Abierto
Tubería P24	52.48	50	150	1.69	0.86	Abierto
Tubería P25	149.00	50	150	1.69	0.86	Abierto
Tubería P26	33.90	50	150	1.69	0.86	Abierto
Tubería P27	33.92	50	150	1.69	0.86	Abierto
Tubería P28	101.21	50	150	1.69	0.86	Abierto
Tubería P29	142.63	50	150	1.69	0.86	Abierto
Tubería P30	88.923	50	150	1.69	0.86	Abierto
Tubería P31	44.249	50	150	1.69	0.86	Abierto
Tubería P32	39.11	50	150	1.69	0.86	Abierto
Tubería P33	198.48	50	150	1.69	0.86	Abierto
Tubería P34	116.83	50	150	1.69	0.86	Abierto

Fuente: EPANET (2019)

Según los resultados obtenidos las velocidades están en los márgenes establecidos por la Norma Nacional cumplen con la velocidad mínima y máxima, Garantizando buen funcionamiento de la red.

**Tabla 27: Resultado de presiones para condición tanque 1/3 de su capacidad y CMH**

ID Nudo	Cota	Demanda	Presión
	m.s.n.m	LPS	m.c.a
Conexión N1	748.00	0.00	5.12
Conexión N2	748.00	0.00	0.00
Conexión N3	718.66	0.00	28.30
Conexión N4	711.85	0.00	34.34
Conexión N5	707.44	0.00	37.81
Conexión N6	715.44	0.00	29.24
Conexión N7	710.13	0.00	34.03
Conexión N8	714.66	0.00	29.16
Conexión N9	728.66	0.00	14.48
Conexión N10	728.45	0.00	14.26
Conexión N11	721.00	0.00	20.57
Conexión N12	706.22	0.00	34.56
Conexión N13	698.84	0.00	41.27
Conexión N14	700.65	0.00	38.01
Conexión N15	695.92	2.86	41.60
Conexión N16	698.95	0.00	40.99
Conexión N17	707.46	0.00	34.01
Conexión N18	696.90	2.40	42.27
Conexión N19	698.84	0.00	42.45
Conexión N20	707.48	0.00	35.37
Conexión N21	715.81	0.00	27.60
Conexión N22	703.01	0.00	41.41
Conexión N23	697.02	0.00	45.03
Conexión N24	697.99	0.00	43.52
Conexión N25	698.73	0.00	42.24
Conexión N26	701.82	0.00	37.56
Conexión N27	702.43	0.00	34.68
Conexión N28	706.26	0.00	29.45
Conexión N29	704.10	0.00	30.90
Conexión N30	707.44	0.00	26.95
Conexión N31	698.24	0.00	33.01
Conexión N32	698.68	1.69	30.70
Depósito DEP1	752.58	-6.95	0.70

Fuente: EPANET (2019)

**Tabla 28: Resultado de Presiones para condición tanque lleno y sin consumo**

ID Nudo	Cota	Demanda	Presión
	m.sn.m	LPS	m.ca
Conexión N1	748.00	0.00	6.88
Conexión N2	748.00	0.00	0.00
Conexión N3	718.66	0.00	29.33
Conexión N4	711.83	0.00	36.15
Conexión N5	707.44	0.00	40.56
Conexión N6	715.44	0.00	32.56
Conexión N7	710.13	0.00	37.87
Conexión N8	714.66	0.00	33.34
Conexión N10	728.45	0.00	19.55
Conexión N9	728.66	0.00	19.34
Conexión N11	721.00	0.00	27.00
Conexión N12	706.22	0.00	41.78
Conexión N13	698.84	0.00	49.16
Conexión N14	700.65	0.00	47.35
Conexión N15	695.92	0.00	52.08
Conexión N16	698.95	0.00	49.05
Conexión N17	707.46	0.00	40.54
Conexión N18	696.90	0.00	51.10
Conexión N19	698.84	0.00	49.16
Conexión N20	707.48	0.00	40.51
Conexión N21	715.81	0.00	32.19
Conexión N22	703.01	0.00	44.99
Conexión N23	697.023	0.00	50.98
Conexión N24	697.99	0.00	50.00
Conexión N25	698.74	0.00	49.26
Conexión N26	701.82	0.00	46.18
Conexión N27	702.43	0.00	45.56
Conexión N28	706.26	0.00	41.74
Conexión N29	704.10	0.00	43.90
Conexión N30	707.44	0.00	40.56
Conexión N31	698.24	0.00	49.76
Conexión N32	698.68	0.00	49.31
Depósito DEP1	752.58	0.00	2.30

Fuente: EPANET (2019)

Los resultados encontrados para las presiones con tanque lleno sin consumo, no exceden la norma nacional, la cual estipula un máximo de 75 m.c.a, siendo en este caso, el nodo 15, el que presenta la mayor presión con un valor de 52.08 m.c.a. En anexo E se muestran las simulaciones de presión y velocidades del sistema.

### 5.13 Cloración

De conformidad con los métodos y medios empleados por el ENACAL, el sistema de cloración consistirá en desinfección por inyección hidráulica de hipoclorito de Calcio, usando una concentración de cloro activo de 2 mg/lit, para obtener una concentración de cloro residual de 0.2 mg/lit, Ante la ausencia de coniformes fecales, esta concentración será suficiente para desinfectar el agua de los microorganismo restante, además que permitirá que el agua mantenga un sabor agradable.

La aplicación al agua de la solución se efectuará mediante un hipoclorador de carga constante, que dosifique una solución de hipoclorito de calcio al 65%, diluido hasta alcanzar una concentración de solución del 1%. A inicios del primer periodo de 10 años de la vida útil del proyecto, se deberá realizar una inspección detallada para verificar el funcionamiento de la unidad y si es necesario reemplazarla.

En la siguiente tabla 29 se detalla la dosificación del cloro a suministrar.

**Tabla 29: Dosis de aplicación de cloro**

<b>Dosis:</b>	2.00 mg/l						
<b>Concentración comercial:</b>	65%						
<b>Concentración de la solución:</b>	1%						
periodo	CMD	Cloro Activo	Ca(ClO)2 Requerido		Vol. Solución al 1%	Dosificación	
	gal/min	lb/dia	lb/dia	gr/dia	l/dia	ml/min	gotas/min
2019	3.09	0.07	0.11	51.80	5.18	3.60	47
2039	66.05	1.59	2.44	1106.23	110.62	76.82	999

Fuente: Propia (2019)

A lo largo de la vida útil del proyecto deberán realizarse estudios periódicos para evaluar la calidad del agua de la fuente, si los resultados arrojan que la calidad del agua no cumple con los parámetros establecidos por el INAA, entonces, en dependencia de la severidad del caso, la dosificación deberá ser recalculada basado en los nuevos requerimientos o en el peor de los casos deberá ser considerada la implementación de una nueva alternativa tratamiento y potabilización del agua; de lo contrario el tratamiento y dosificación considerados en esta sección serán aún vigente.

### 5.14 Costo total del proyecto

El costo total de la obra para la inversión de ejecución del proyecto de Abastecimiento de Agua potable para los barrios Tomas Borge Martínez Y Bernardino Díaz Ochoa en el Casco Urbano del Municipio de Somoto, Departamento de Madriz es de 14, 235,432.20 córdobas C\$ el cual se detalla en la siguiente tabla.

(Anexo F). Se representa el presupuesto detallado

**Tabla 30: Resumen de costo por actividad**

Descripción	costo
Tanque de Almacenamiento	3497473.59
Estación de Bombeo	2922838.98
Línea de Conducción.	360376.048
Red de Distribución	1281827.16
pozo de visita	8032.96
limpieza final	899.68
Total	<b>8075466.42</b>

Fuente: propia (2019)

**Tabla 31: Resumen de costo total de proyecto**

Descripción	monto
Costo de herramientas y equipos (3% del costo total de los materiales)	242,263.99
Costo de transporte (10% del costo total de los materiales)	807,546.64
Total de costos directos en C \$	9,125,277.05
Costos indirectos de operación (15% del total de costos directos en CS	1,368791.56
IVA (15% del total de costos directos en CS)	1,368,791.56
Impuestos municipales (1% del subtotal de costos directos en CS)	91,252.77
Imprevistos (10% del total de costos directos en CS)	912,527.71
Administración y utilidades (15% del total de costos directos en CS)	1,368,791.56
Costo total de la obra en Córdobas C \$	<b>14,235,432.20</b>
Costo total de la obra en Dólares \$	<b>425,573.46</b>

Fuente: propia (2019)

## **VI. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y BIBLIOGRAFÍAS**

### **6.1 Conclusiones**

Se contabilizó un total de 118 habitantes en año 2019, con una proyección al año 2039 de 2,520 habitantes en los barrios Tomas Borge Martínez y Bernardino Díaz Ochoa.

Se encontró un consumo promedio diario (CPD) de 2,969.28 gpd al inicio del proyecto y 63,408.96 gpd al final del mismo.

El proyecto está sustentado en la demanda de la población por el servicio de agua potable, para el mismo se encontró que un 46.88% de los habitantes están representados por mujeres y niños, quienes asumen el suministro de agua para el hogar, siendo ellos además la población más vulnerable.

Se diseñó un sistema de abastecimiento de agua potable para los barrios Bernardino Díaz Ochoa y Tomas Borge Martínez, del casco urbano de Somoto, departamento de Madriz, con capacidad de 6.94 l/s, para abastecer a 2,520 habitantes al final del período de diseño, con una calidad garantizada por el cumplimiento de las normas CAPRE e INAA.

El potencial hídrico del pozo Tomas Borge Martínez con caudal de 140 gpm equivalente a 8.75 l/s, y que desde el punto de vista sanitario cumple con las normas CAPRE e INAA, cubre la demanda del sistema de Abastecimiento hasta el final del periodo de diseño.

Se diseñó un sistema de bombeo contra el tanque y una red de distribución por gravedad aprovechando el relieve de la zona. El tanque es de 96 m<sup>3</sup> con una altura de 3 m y base de 6.5 m, fue ubicado en la cota 752.58 msnm en el barrio Bernardino Díaz Ochoa.

La longitud de la línea de conducción fue de 906.36 m, con un diámetro de 4 pulgada de PVC SDR 26, y 67.88m con tubería de HoGo, correspondiente a tubería de tramo bajo alcantarilla, la sarta y columna de pozo. Se comprobó que todas las tuberías resistirán las sobrepresiones generadas por el golpe de ariete.

Se diseñó una red mixta con una longitud total de 3,436.48 m, con diámetros que oscilaron entre 2" y 4" pulgadas con tubería PVC SDR 26, también se incluye un tramo de 16.64m con tubería HoGo. La red fue ubicada en las partes más favorables del relieve y la misma da cobertura a los dos barrios estudiados.

El monto total del proyecto asciende a los C\$14,235.432 equivalente a \$ 425,573.46 dólares Americanos a una tasa de cambio de \$ USA 1 = C\$ 33.45 el mes julio 2019.

El proyecto deberá ser ejecutado cumpliendo cada una de las especificaciones técnicas reflejadas en anexos G , con el fin de garantizar la viabilidad y rentabilidad del proyecto ,optimizando los imprevistos por mala ejecución dela obra.



## **6.2 Recomendaciones**

Se recomienda realizar una evaluación del impacto ambiental para identificar, prevenir y minimizar el impacto que producirá el proyecto en su entorno al ser ejecutado. Garantizando la viabilidad del proyecto en relación con el medio ambiente

Se recomienda no construir letrinas a una distancia mínima a los 10 m del al pozo de abastecimiento garantizando la prevención de contaminación de la fuente.

Es recomendable realizar monitoreo sistemático del grado de contaminación de las aguas, para regular la dosificación de cloro a utilizar. Estos análisis deben realizarse en coordinación con el departamento de higiene y epidemiología del MINSA, trimestralmente como promedio.

La empresa ENACAL designara a los encargados de realizar las labores de operación y mantenimiento del sistema. Dentro las personas encargadas de manipular y brindar mantenimiento al sistema se recomienda que tenga experiencia laboral. Mantener un stock de herramientas y accesorios para reparaciones inmediatas del sistema

Realizar limpieza constante en el predio del tanque de almacenamiento y en el predio del pozo.

Promover la reforestación de la fuente de abastecimiento de agua y su conservación para preservar el agua del sistema. Los recursos económicos para esta actividad será gestionada con la Alcaldía Municipal de Somoto u ONG que inciden en el Municipio.

Los líderes de los barrios en general deben apropiarse del proyecto y adquirir, compromisos a fin de lograr un beneficio pleno con el sistema, cumpliendo con las recomendaciones que emanen de las reuniones que celebre el Comité de Agua Potable.

### 6.3 Bibliografía

Angarita, R., & Meléndez, M. (2012). *ACUEDUCTOS Y CLOACAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO*.

ARQHYS. (Noviembre de 2012). *ARQHYS Arquitectura*. Obtenido de ARQHYS Arquitectura: <http://www.arqhys.com/contenidos/agua-sistema.html>

CivilGeek. (2010). *civilgeeks.com*. Obtenido de civilgeeks.com: <https://civilgeeks.com/2010/10/08/obras-de-captacion-sistema-de-agua-potable/>

ENACAL. (15 de 04 de 2016). *Terminos de Referencia de AP*. Somoto, Madriz, Nicaragua.

ENACAL. (2017). *Proyectos*. Managua.

INAA. (2000). *Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización del Agua*.

INIDE. (2006). *Caracterización sociodemográfica del departamento de Madriz*.

INTUR. (14 de Febrero de 2018). *Mapa nacional de turismo*. Obtenido de <http://www.mapanicaragua.com/departamentos/index?id=167>

Jiménez, D. (24 de 04 de 2015). *Tesis e investigaciones*. Obtenido de <http://www.tesiseinvestigaciones.com/tipo-de-investigacioacuten-a-realizarse.html>

López, M. (2009). *Sistema de abastecimiento de agua potable*.

Ministerio de salud. (14 de Febrero de 2018). *Ministerio del poder ciudadano para la salud*. Obtenido de <http://mapasalud.minsa.gob.ni/mapa-de-padecimientos-de-salud-municipio-de-somoto-madriz/>

Montenegro, j., & Latino, j. (2012). *Diseño de Mini acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE)*. Estelí, Nicaragua.

Nicaragua, B. c. (2017). *Censo de edificaciones de Somoto*.

ONU. (2002). *OHCHR*. Recuperado el 11 de Noviembre de 2017, de <http://www.ohchr.org/Documents/Publications/FactSheet35sp.pdf>

SAGARPA. (2012). *SAGARPA*. Recuperado el 12 de Noviembre de 2017, de <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/noticias/2012/Documents/FICHAS%20TE>

CNICAS%20E%20INSTRUCTIVOS%20NAVA/FICHA%20TECNICA\_L%C3%8DNEA  
%20DE%20CONDUCCI%C3%93N.pdf

SENA. (1999). OPERACION Y MANTENIMIENTO DE POZOS PROFUNDOS PARA ACUEDUCTOS. SENA.

Serca, C. (13 de Mayo de 2013). *Corporativo Serca*. Obtenido de <http://corporativoserca.com/blog/que-es-un-estudio-socioeconomico-cual-es-el-contenido-y-que-tipos-de-socioeconomicos-existen/>

Servicios de Ingenieria FERPLO. (2015). *Diseño de la red de distribución de agua potable de la lotificacion prados de San José*. Estelí.

Tecnologico, N. (2015). *Introducción a la topografía*.

# **ANEXOS**

**Anexo A. ENCUESTA PARA DETERMINAR SITUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA DE LA POBLACIÓN, EN EL SITIO DE ESTUDIO.**

Estimado/a, reciba un cordial saludo de nuestra parte, somos egresados de la carrera de ingeniería civil de la universidad nacional de ingeniería UNI, y estamos realizando el diseño del sistema del agua potable de los barrios Bernardino Díaz Ochoa Y Tomas Borge Martínez como propuesta para que se llegase a realizar, por lo que nos seria de mucha importancia su colaboración.

**I. Características demográficas**

**1. ¿Cuántas personas viven en su hogar?**

**2. ¿Cuánto niños viven en su hogar y cuál es la edad de cada uno?**

Cantidad	Edad ( separe edad por medio de comas)
<input type="text"/>	<input type="text"/>

**3. ¿Cuántas mujeres viven en su hogar y cuál es la edad de cada uno?**

Cantidad	Edad ( separe edad por medio de comas)
<input type="text"/>	<input type="text"/>

**4. ¿Cuántos hombres viven en su hogar y cuál es la edad de cada uno?**

Cantidad	Edad ( separe edad por medio de comas)
<input type="text"/>	<input type="text"/>

**II. Situación y demanda del servicio de agua potable.**

**5. ¿Cuenta con servicio de agua potable en su vivienda?**

a. Si

b. No

**6. ¿De dónde obtienen el agua que consumen en su hogar?**

a. Rio

b. Pozo

c. Quebrada

d. Toma domiciliar

e. Puesto publico

f. De lluvia \_\_\_\_\_

g. Otra fuente \_\_\_\_\_

**7. ¿En caso de acarrear agua a su hogar qué distancia recorre en metros desde la fuente?**

a. 0-50 \_\_\_\_\_

b. 50-100 \_\_\_\_\_

c. 100-200 \_\_\_\_\_

d. 200-300 \_\_\_\_\_

e. 300-400 \_\_\_\_\_

f. 400-500 \_\_\_\_\_

g. 500- a mas \_\_\_\_\_

**8. ¿Cuántos viajes realizan al día para llevar el agua a su hogar?**

a. 0 \_\_\_\_\_

b. 1 \_\_\_\_\_

c. 2 \_\_\_\_\_

d. 3 \_\_\_\_\_

e. 4 a mas \_\_\_\_\_

**9. ¿Cuánto tiempo le toma acarrear el agua en horas?**

a. 0 \_\_\_\_\_

b. 1 \_\_\_\_\_

c. 2 \_\_\_\_\_

d. 3 a mas \_\_\_\_\_

**10. ¿Quién busca y acarrea el agua en su hogar?**

f. Mujeres \_\_\_\_\_

g. Hombres \_\_\_\_\_

h. Niños \_\_\_\_\_

i. Todos \_\_\_\_\_

**III. Características socio- económicas**

**11. ¿Ingresos promedio mensuales en su hogar, en córdobas?**

- a. 0-3,000 \_\_\_\_\_
- b. 3,001-5,000 \_\_\_\_\_
- c. 5,001-8,000 \_\_\_\_\_
- d. 8,001-10,000 \_\_\_\_\_
- e. 10,001-15,000 \_\_\_\_\_
- f. Mas \_\_\_\_\_

**12. ¿Los jefes de familia de su hogar cuentan con un trabajo permanente?**

- a. Si \_\_\_\_\_
- b. No \_\_\_\_\_

**13. ¿Nivel de escolaridad de las personas que habitan en su hogar (número de respuestas acorde al número de habitantes de la vivienda)?**

**Clasificación de Habitantes**

	Niños	Hombres	Mujeres	Adultos mayores
<b>Primaria</b>				
<b>Secundaria</b>				
<b>Universitarios</b>				
<b>Técnicos</b>				
<b>Alfabetizados</b>				
<b>Ninguno</b>				

Fuente: propia (2019)

**Gracias por su Colaboración**

## **Anexo B. Descripción del sitio**

**Figura B.1: Ubicación del Pozo**



**Figura B.2: Terreno provisto para ubicación del Tanque**





**Figura B.3: Puesto público de agua potable para el barrio Bernardino**



**Figura B.4: Viviendas construidas por INVHUR en barrio Bernardino**



## Anexo C. Análisis Bacteriológico y Físico Químico del pozo Tomas Borge

### Figura C.1: Análisis Bacteriológico



#### LABORATORIOS QUIMICOS S.A. LAQUISA

**Cliete:** Alcaldía Municipal Somoto  
**Dirección:** Frente a BDF  
**Lugar muestreo:** Bo. Thomas Borge, Somoto  
**Munic. /depto.**  
**Nombre muestra:** Pozo comunal perforado, barrio Thomas Borge Martínez, municipio de Somoto. A 300 pies de profundidad, para consumo humano.  
**Fecha de muestreo:** 03/04/18  
**Descripción muestra:** agua  
**Fecha ingreso:** 04/04/18  
**Ref. laboratorio:** Ba-4624-18  
**Fecha de informe:** 20/04/18  
**Numero de muestreo:** Muestreado por: Cliente

Análisis	Unidad	Resultado
Coliformes Totales	NMP/100ml	0
Coliformes fecales	NMP/100ml	0
Eschericha Coli	Factor dilución	0

LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida.  
Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado.


Lic. Benito Zapata Amaya  
Gerente General



Lic. Félix Antonio Jirón Cantillo  
Responsable de Bacteriología

Carretera León - Managua Km. 83  
Apartado 154 - León, Nicaragua  
laquisa@gmail.com

Figura C.2: Análisis Físico Químico



**LAQUISA**  
Teléfono: (2222) 24511  
Cel. 066 - 99547234  
Cód. Postal: 54000001

**LABORATORIOS QUIMICOS S.A.**  
**LAQUISA**

---

**Cliente:** Alcaldía Municipal Somoto

**Dirección:** Frente a BDF

**Nombre muestra:** Pozo comunal perforado, barrio Thomas Borge Martínez, municipio de Somoto. A 300 pies de profundidad, para consumo humano.

**Descripción muestra:** agua

**Fecha ingreso:** 04/04/18

**Ref. laboratorio:** Ag-4624-18

**Numero de muestreo:**

**Lugar muestreo:** Bo. Thomas Borge, Somoto

**Munic. /depto.**


**Fecha de muestreo:** 03/04/18

**Fecha de informe:** 20/04/18


**Muestreado por:** Cliente


Análisis	Unidad	Resultado
Turbidez	UNT	1.60
PH a 25, 0 °C	Unidad	8.28
Temperatura	°C	NR
Concentración de Iones Hidrógeno	PH mg lts	NR
Cloro Residual	mg/l	
Cloruros	mg/L	13.5
Conductividad	Ms/cm	338
Dureza	mg/l CaCO <sub>3</sub>	74.6
Sulfatos	mg/l	4.1
Aluminio	mg/l	
Calcio	mg/l	23.9
Cobre	mg/l	
Magnesio	mg/l CaCO <sub>3</sub>	3.6
Sodio	mg/l	33.2
Arsénico	mg/l	0.0068
Sólidos Totales	mg/l	400
Zinc	mg/l	
Alcalinidad	mg/l	-
Bicarbonatos	mg/l	180.3
Nitratos – NO <sub>3</sub> <sup>-1</sup>	mg/l	0.9
Nitritos – NO <sub>2</sub> <sup>-1</sup>	mg/l	0.03

LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida.  
Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado.



Lic. Benito Zapata Amaya  
Gerente General





Lic. Indiana Lucia Acosta López  
Responsable de Agua

Carretera León - Managua Km. 83  
Apartado 154 - León, Nicaragua  
laquisa@gmail.com

Fuente: LAQUISA (2018)



Figura C.3: Análisis de Sustancia Pesadas



**LABORATORIOS QUIMICOS S.A.**  
**LAQUISA**

**Ciente:** Alcaldía Municipal Somoto  
**Dirección:** Frente a BDF

**Lugar muestreo:** Bo. Thomas Borge, Somoto  
**Munic. /depto.**

**Nombre muestra:** Pozo comunal perforado, barrio Thomas Borge Martínez, municipio de Somoto. A 300 pies de profundidad, para consumo humano.

**Fecha de muestreo:** 03/04/18

**Descripción muestra:** agua  
**Fecha ingreso:** 04/04/18  
**Ref. laboratorio:** Ag-4624-18  
**Numero de muestreo:**

**Fecha de informe:** 20/04/18  
**Muestreado por:** Cliente

Análisis	Unidad	Resultado
Amonio	mg/l	< 0.0003
Hierro	mg/l	0.17
Balance iónico de la muestra	mg/L	0.86
Cianuro Total	mg/L	<0.010
Arsénico	µg-l <sup>-1</sup>	<0.99
Manganeso	µg-l <sup>-1</sup>	124.21
Mercurio	µg-l <sup>-1</sup>	0.45

LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida.  
Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado.

  
Lic. Benito Zapata Amaya  
Gerente General



  
Lic. Indiana Lucía Acosta López  
Responsable de Agua

Carretera León - Managua Km. 83  
Apartado 154 - León, Nicaragua  
laquisa@gmail.com

Fuente: LAQUISA (2018)

Anexo D. Datos Técnicos de la Bomba FRANKLIN ELECTRIC Modelo 150STS6

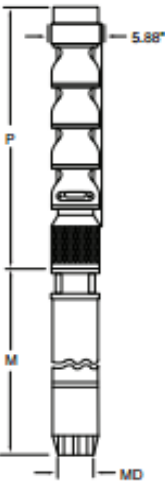
Figura D.1: Modelo de Bombas FRANKLIN ELECTRIC

Rendimiento del Modelo 150STS6

Información sobre Dimensiones

HP	Etapas	Recorte	Tam. de Motor	P	M*	MD*	Peso Motor	Peso Bomba
				Pulg.	Pulg.	Pulg.	Lbs.	Lbs.
5	2	1A, 1B	6"	25.46	22.90	5.38	101	64
7.5	3	1A, 2B	6"	30.21	24.20	5.38	108	76
10	5	4B, 1C	6"	39.71	25.40	5.38	116	101
15	6	4A, 1B, 1C	6"	44.46	28.00	5.38	129	113
20	7	A	6"	49.21	30.60	5.38	135	125

Nota: \*MD diámetro = Motor Franklin Electric, M = Longitud Máxima de Motor Franklin Electric



Información para Pedidos

Bombas Turbina Sumergible de 6"								
GPM	HP	Etapas	Tam. Recorte	Tam. de Montaje del Motor	Tamaño de Descarga	No. de Orden	No. Modelo	Peso Lbs.
150	5	2	1A, 1B	6"	4" NPT	97060150302	150STS5D6X-0264	76
	7.5	3	1A, 2B	6"	4" NPT	97060150303	150STS7D6X-0364	90
	10	5	4B, 1C	6"	4" NPT	97060150105	150STS10D6B-0564	117
	15	6	4A, 1B, 1C	6"	4" NPT	97060150306	150STS15D6X-0664	129
	20	7	A	6"	4" NPT	97060150007	150STS20D6A-0764	143

Especificaciones

Diámetro Interno Mínimo del Pozo	6"
Sumergencia Mínima Arriba de la Succión	10 Pies
Descarga	4" NPT
Presión Máxima de Trabajo	Estándar: 350 psi Doble Perno: 675 psi

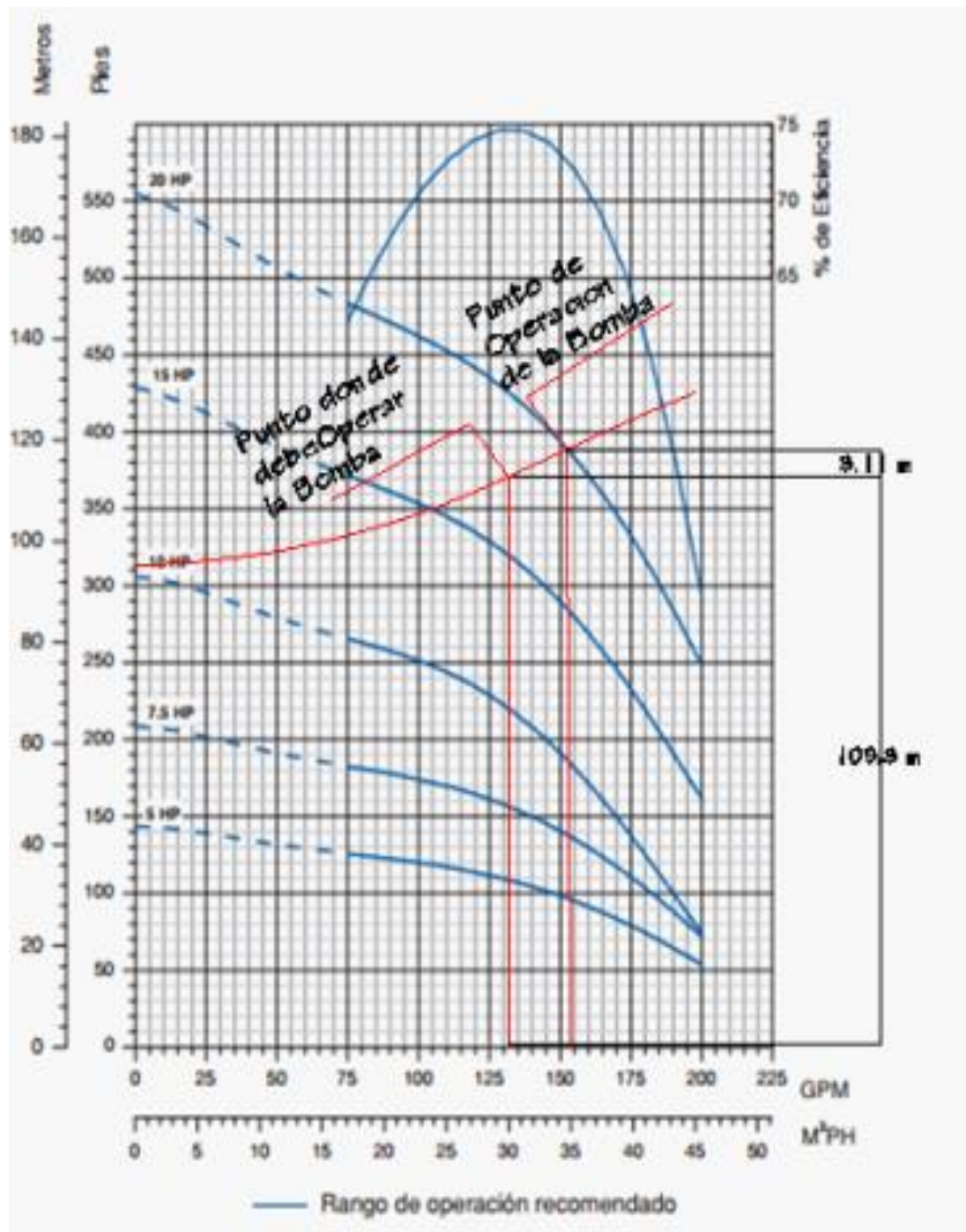
Nota: Consulte los requerimientos de enfriamiento del motor en los datos del manual AIM de Franklin Electric.

Materiales de Construcción

Nombre de la Parte	Nombre Común del Material	Número de Espec. del Matl.
Soporte de Descarga	Hierro Dúctil	ASTM A536 65-45-12
Tazón Superior	Hierro Dúctil	ASTM A536 65-45-12
Tazón Intermedio	Hierro Dúctil	ASTM A536 65-45-12
Bujes, Descarga y Succión	Bronce	ASTM B584 C89835
Impulsor	Acero Inoxidable 304	ASTM A743/A743M CF8
Eje de la Bomba	Acero Inoxidable 416	ASTM A582 S41600
Soporte de Succión	Hierro Dúctil	ASTM A536 65-45-12
Buje del Tazón	Caucho	Caucho
Collarín de Arena	Acero Inoxidable 300	ASTM A666
Rejilla de Succión	Acero Inoxidable 302	ASTM A240 S30200
Guarda Cable	Acero Inoxidable 300	ASTM A666
Acoplamiento del Eje	Acero Inoxidable 416	ASTM A582 S41600
Perno de Empuje	Acero Inoxidable 300	ASTM A666
Manguito Cónico de Fijación	Acero Inoxidable 416	ASTM A582 S41600
Pernos	Acero Inoxidable 300	ASTM A666

Fuente: Catalogo de Bombas Sumergibles FRANKLIN ELECTRIC (2015)

Figura D.2: Curva Característica de la Bomba Modelo 150ST6



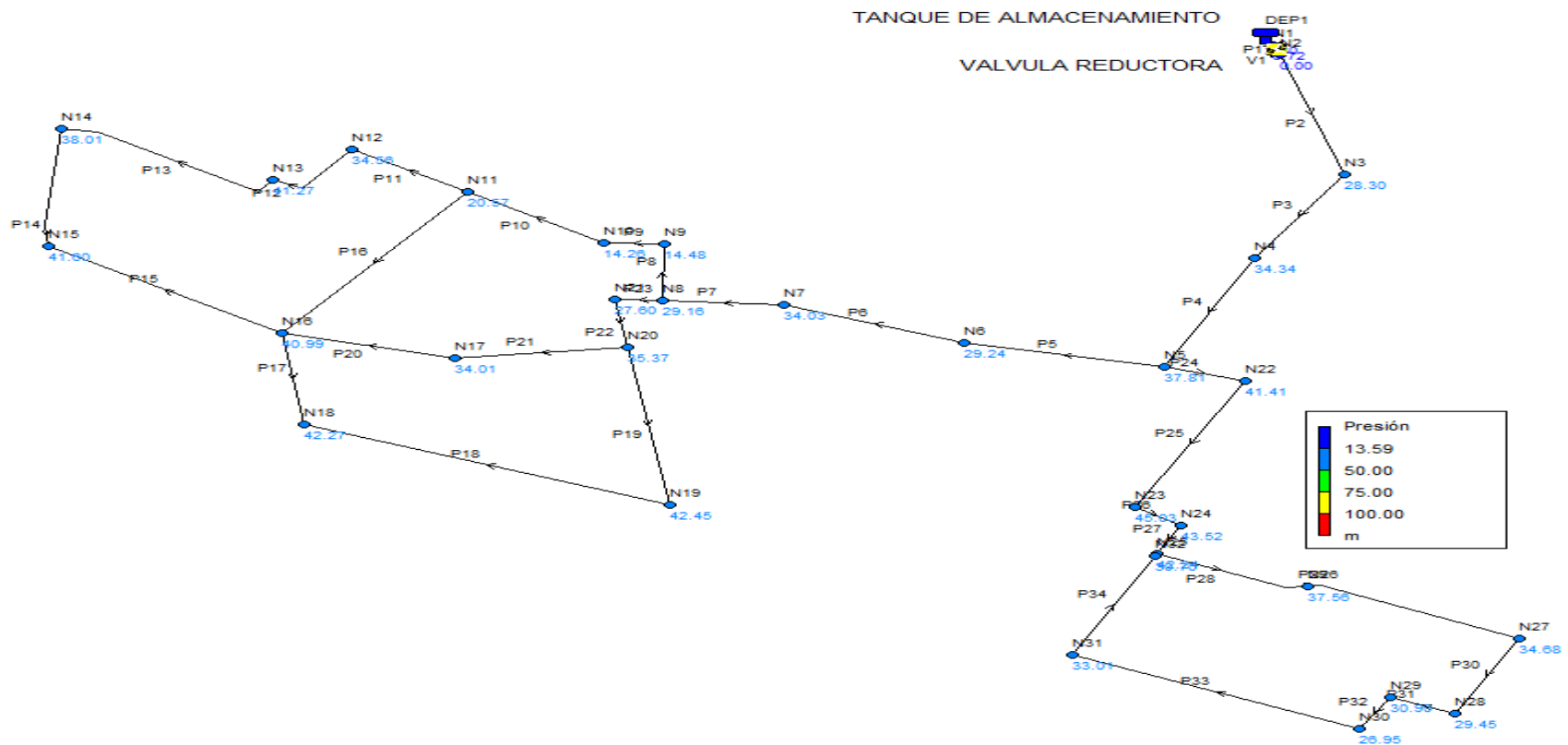
Fuente: Catalogo de Bombas Sumergibles FRANKLIN ELECTRIC (2015)

## Anexo E. Análisis de la red

### Condición 1: Tanque lleno y CMH

#### a) Análisis de presión

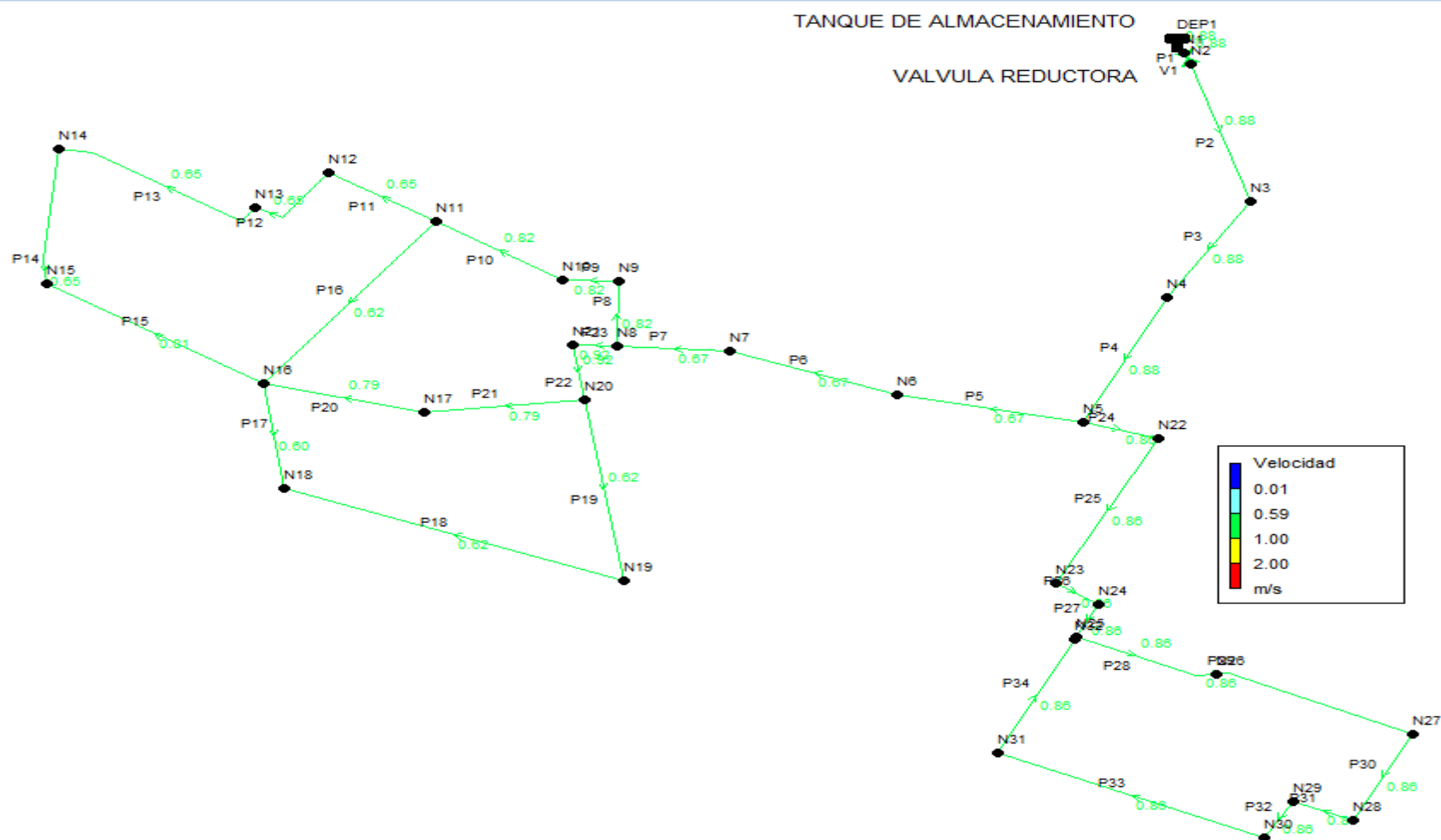
Figura E.1: Resultado de presiones de tanque lleno y Consumo Máximo Horario (CMH)



Fuente: EPANET (2019)

## Análisis de velocidades

Figura E.2: Resultado de velocidades en condicione de tanque lleno y Consumo Máximo Horario (CMH)



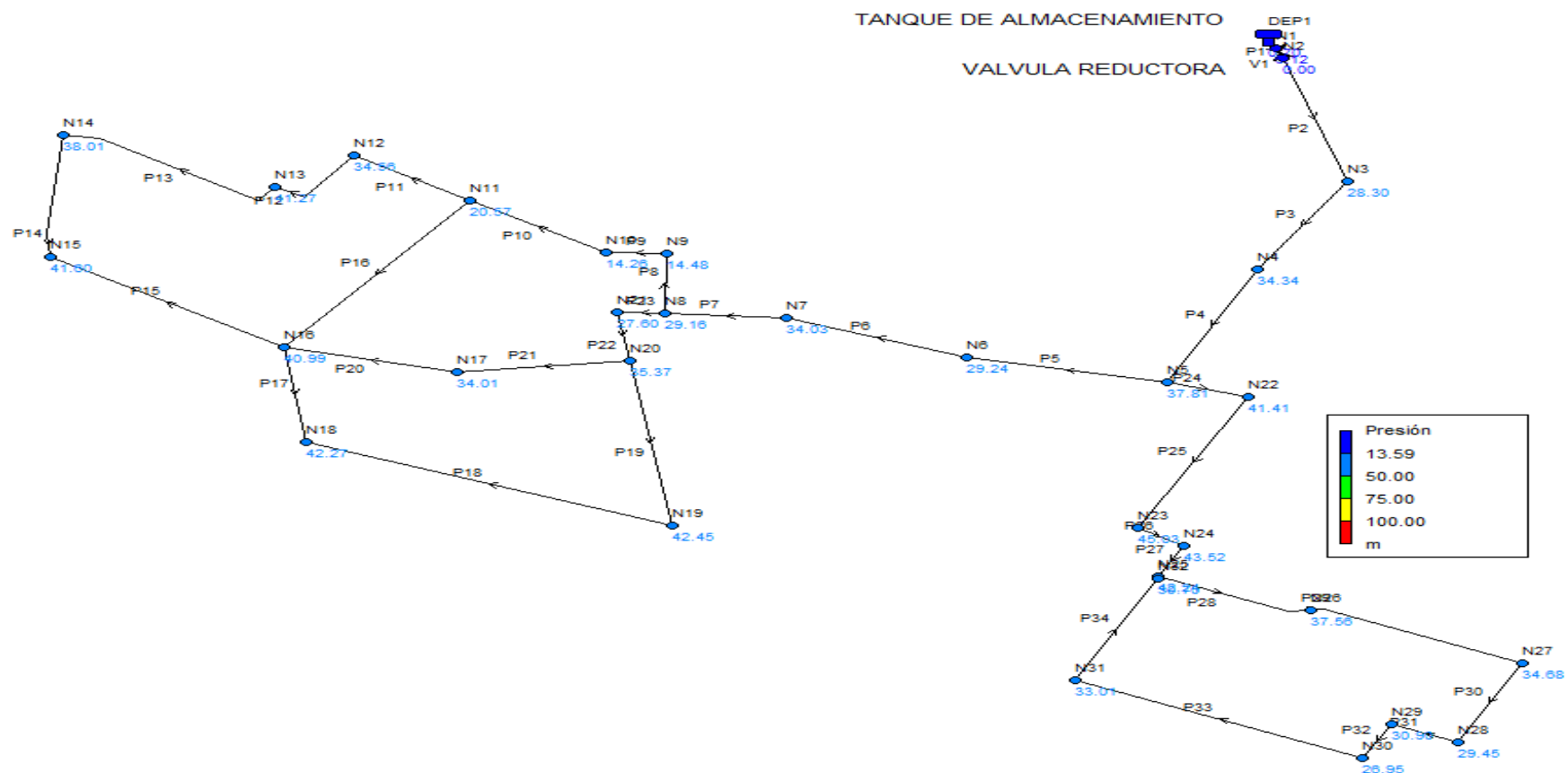
Fuente: EPANET (2019)



## Condición 2: Tanque a 1/3 de capacidad y CMH

### a) Análisis de Presión

Figura E.3: Resultados de presiones en condicione de tanque 1/3 de su capacidad y Consumo Máximo Horario (CMH)

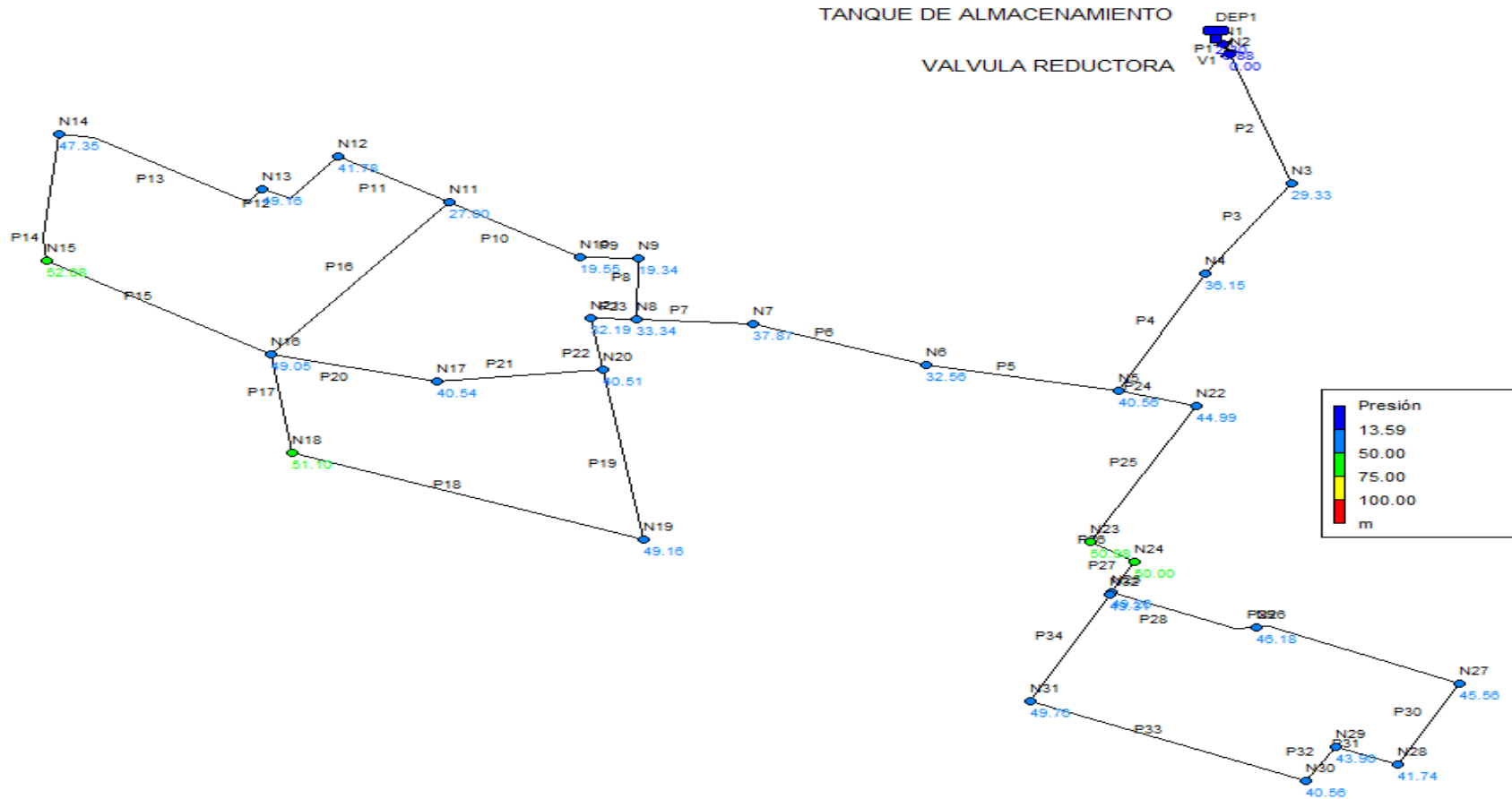


Fuente: EPANET (2019)

### Condición 3: Tanque lleno y consumo cero

#### a) Análisis de Presión

Figura E.4: Resultado de presión en condicione de tanque lleno y sin Consumo



Fuente: EPANET (2019)

## **Anexo F. Presupuesto del proyecto**

Para el análisis de costos se utilizó como referencia el catálogo de etapas y sub etapas del FISE para proyectos de sistemas de agua potable y las normas de rendimiento horario establecida por esta misma entidad.

Criterios considerados durante la elaboración del presupuesto:

### **a) Materiales**

El costo de materiales se determinó en base a cotizaciones con proveedores específicos (no locales), en combinación con los valores de referencia encontrados en el manual de costo del FISE.

### **b) Mano de obra**

Los costos de mano de obra fueron estimados teniendo como referencia el manual de costos del FISE del año 2017.

### **c) Transporte**

Los costos de transporte del material se estimaron como el 8% del total de costos de los materiales, considerando con esto el aumento de costos que implica el trabajar con proveedores no locales.

### **d) Equipos y herramientas**

El costo en equipos y herramientas se incorporó considerando el 3% del costo de los materiales.

### **e) Impuestos**

- Costos indirectos de operación: 15% del sub total de los costos directos.
- Impuestos sobre el valor agregado: 15% del sub total de los costos directos.
- Impuesto municipal: 1% del sub total de los costos directos.
- Imprevistos: 10% del sub total de los costos directos.
- Gastos administrativos y utilidades: 15% del sub total de los costos directos.

## Costo y Presupuesto del proyecto de agua potable Barrios Tomas Borge Martínez y Bernardino Díaz Ochoa

ITEM / SUB ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	COSTO UNIT. C \$	COSTO TOTAL C\$
1	<b>Tanque de almacenamiento</b>				<b>1,688,028.10</b>
1.1	Construcción de un tanque de mampostería de concreto ciclópeo de piedra sólida con tamaño no menor de 13 cms y no mayor de 30 cms, con mortero de liga de proporción 1:3 sobre suelo de capacidad 25,000Glns. Conforme planos y especificaciones				<b>82,537.62</b>
1.1.1	Movimiento de Tierra (Descapote, corte, acarreo material sobrante, explotación en banco, relleno y compactación con material selecto)	m³	100.00	416.38	41,638.00
1.1.2	Excavación y relleno para estructuras en cualquier tipo de suelo, incluye desalojo de material	m³	46.00	243.35	11,194.27
1.1.3	Mejoramiento de suelo bajo fundaciones con material selecto	m³	40.33	736.56	29,705.35
1.2	<b>Construcción de fundaciones para tanque sobre suelo. Losa de Fondo más zapata Z-1 y Conforme planos y especificaciones</b>				<b>782,061.14</b>
1.2.1	Suministro e Instalación de Acero de Refuerzo G-40	Kg	334.58	2,037.32	681,646.53
1.2.2	Suministro y colocación de concreto, 4,000 PSI en cimentaciones (formaleta, aditivos)	m³	17.71	5,670.64	100,414.61
1.3	<b>Estructura de tanque, Losa de techo y vigas</b>				<b>639,590.54</b>
1.3.1	Suministro y colocación de acero de Refuerzo grado 40 según planos	kg	200.39	2,037.32	408,258.55
1.3.2	Suministro y colocación de concreto, 4,000 PSI en columnas, vigas y losas (formaleta, aditivos, banda PVC)	m³	23.34	515.91	12,040.91
1.3.3	Mampostería de Concreto Ciclópeo de piedra sólida con tamaño no menor de 13 cms y no mayor de 30 cms, con mortero de 3000 PSI con acabado interno tipo fino pizarra. Todo conforme plano y especificaciones	m³	81.59	2,321.93	189,450.70
1.3.4	Anden perimetral de concreto de 2,500 PSI de 0.80m de ancho y t= 0.10m, conforme planos y E.T.	m²	10.56	451.26	4,765.35
1.3.5	Pasa muros de 150 mm para conexiones de entrada y salida, Respiradero, Rebose, Según planos	glb	1.00	4,235.79	4,235.79
1.3.6	Tubería de entrada, salida, rebose con sus accesorios, válvulas y cajas	glb	1.00	4,844.34	4,844.34
1.3.7	Limpieza, prueba de estanqueidad, desinfección y rotulación de tanque	glb	1.00	3,820.45	3,820.45
1.3.8	Canal de drenaje	m	10.00	1,003.47	10,034.70
1.3.9	Cabezal de descarga	c.u	1.00	2,139.75	2,139.75

ITEM / SUB ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	COSTO UNIT. C \$	COSTO TOTAL C\$
<b>1.4</b>	<b>Pintura</b>				<b>183,838.80</b>
1.4.1	Pintura interior. Según planos y especificaciones	m2	307.20	406.36	124,833.79
1.4.2	Pintura exterior de tanque. Según planos y especificaciones	m2	307.20	192.07	59,005.01
<b>1.5</b>	<b>Instalaciones eléctricas , primarias y banco de transformadores en predio de tanque</b>			-	<b>307,843.70</b>
<b>1.5.1</b>	<b>Líneas Primarias Eléctricas</b>				<b>44,031.77</b>
1.5.1.1	Panel monofásico 6 Espacios Superficial Barra de 125A 120/240V Con sus Breake. Ubicado en el poste.	c/u	1.00	8,460.17	8,460.17
1.5.1.2	Izar y aplomar poste de concreto con su estructura primaria trifásica 4H 24.9kv, servicio de Grúa.	m	4.00	8,892.90	35,571.60
<b>1.5.2</b>	<b>Banco de transformadores</b>				<b>36,124.61</b>
1.5.2.1	Transformador 10kva monofásico 14,4/24,9kv 120/240v	c/u	1.00	36,124.61	36,124.61
<b>1.5.3</b>	<b>Iluminación Exterior</b>				<b>100,787.51</b>
1.5.3.1	Luminarias tipo cobra 150W hps-240V con su brazo y foto celda en postes de concreto (según planos y especificaciones)	c/u	3.00	31,187.55	93,562.65
1.5.3.2	Panel monofásico 6 Espacios Superficial Barra de 125A 120/240V Con sus Breake. Ubicado en el poste.	c/u	1.00	7,224.86	7,224.86
<b>1.6</b>	<b>Obras Exteriores</b>				<b>126,899.81</b>
1.6.1	Cercado de predio con malla ciclón# 13.5 de 6` y portón.	ml	48.64	2,608.96	126,899.81
<b>2</b>	<b>Pozo de agua potable</b>				<b>468,285.51</b>
<b>2.1</b>	<b>Suministro e Instalación de Tubería de Columna de Bombeo de HF Cédula 40 Ø de acuerdo a bomba a instalar según fabricante todo de acuerdo a planos</b>				<b>153,310.95</b>
2.1.1	Tubería para columna de bomba de hierro fundido cédula 40, diámetro de 4"	Pié	140.00	932.38	130,533.20
2.1.2	Cable Eléctrico Sumergible	m	46.00	301.70	13,878.16
2.2.2	Construcción de pedestal de concreto reforzado para soporte de cabezal de descarga de equipo de bombeo. De acuerdo a planos	c/u	1	8,899.59	8,899.59
<b>2.2</b>	<b>Suministro de instalación de equipo de bombeo</b>				<b>278,992.75</b>
2.2.1	Suministro e Instalación de Equipo bomba motor sumergible. Q = 150GPM; CTD = 436`.	c/u	1	95,448.99	95,448.99
2.2.2	Sarta de conexión de bomba, diámetro 4", accesorios, bloques de reacción y pedestales. Según planos)	c/u	1	183,543.76	183,543.76
<b>2.3</b>	<b>Clorador</b>				<b>3,236.97</b>
2.3.1	Suministro e Instalación de dosificadora eléctrica de 31.2 GPD @ 150 PSI -110 Asegún planos y especificaciones	c/u	1	3,236.97	3,236.97

ITEM / SUB ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	COSTO UNIT. C \$	COSTO TOTAL C\$
<b>2.4</b>	<b>Instalaciones eléctricas, primarias y banco de transformadores</b>				<b>4,385.40</b>
2.4.1	Transformador 10kva monofásico 14,4/24,9kv 120/240v	c/u	1	1,683.23	1,683.23
2.4.2	Monitor de voltaje monofásico 240v(Motor Saber)	c/u	1	517.92	517.92
2.4.3	Red de tierra anillo cerrado, cable No 2, Varilla polo copperweld 5/8" x 10', Soldadura exotérmica, relleno de Conducrete en los puntos de varilla a polo.	c/u	1	517.92	517.92
2.4.4	Acometida del panel principal a bomba 20HP, cable 3xNo4 THHN AWG 600V, PVC 1 1/4" SCH 40, excavaciones, protección mecánica del canalización, relleno y compactación, INCLUIR BORNERA.	m	12	38.84	466.08
2.4.5	Acometida del panel principal a clorador, cable 3xNo12 THHN AWG 600V, PVC 1/4" SCH 40, excavación, protección mecánica del canalización, relleno y compactación.	m	10	19.42	194.20
2.4.6	Luminarias tipo cobra 150W hps-240V con su brazo y foto celda en postes de concreto (según planos y especificaciones)	c/u	1	1,006.05	1,006.05
<b>2.5</b>	<b>Líneas eléctricas primarias</b>				<b>28,359.44</b>
2.5.1	Izar y aplomar poste de concreto con su estructura primaria trifásica 4H 24.9kv, servicio de Grúa.	c/u	6.00	2,078.14	12,468.84
2.5.2	Tendido y flechado de línea primaria monofásica 1/0 ACSR 2Hilos 24.9kv	ml	220.00	72.23	15,890.60
<b>2.6</b>	<b>Obras Exteriores</b>				<b>2,454,553.47</b>
2.6.1	Construcción de Caseta para operador, clorador y controles eléctricos (con su acometida, panel y sistema eléctrico, supresor de pico monofásico 120/240v 50KVA. Según planos y especificaciones)	m²	15	156,694.70	2,350,420.43
2.6.2	Cercado de predio con malla ciclón# 13.5 de 6` y portón.	ml	66.00	300.5734	19,837.84
2.6.2	Relleno con hormigón rojo compactado manualmente (limpieza de predio, descapote 5cm)	m²	60.00	1,404.92	84,295.20
<b>3.0</b>	<b>Instalación de tuberías</b>	<b>m</b>	<b>8,271.84</b>		<b>1,353,500.51</b>
	Suministro e instalación de tubería en los diámetros y materiales indicados, excavaciones, relleno y compactación, desacople y acople de tubería, accesorios, bloques de reacción, anclajes, pruebas hidrostáticas y limpieza de tuberías, apegadas a las especificaciones técnicas, las normas de ENACAL y las instrucciones de EL INGENIERO.				
<b>3.1</b>	<b>Línea de conducción</b>	<b>m</b>	<b>906.36</b>		<b>360,376.05</b>

ITEM / SUB ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	COSTO UNIT. C \$	COSTO TOTAL C\$
<b>3.1.2</b>	<b>Suministro de instalación de válvulas de aire y vacío</b>				<b>24,109.50</b>
3.1.2.1	Suministro e instalación de válvulas de Aire y Vacío diámetro 25mm	c/u	6.00	4,018.25	24,109.50
<b>3.1.3</b>	<b>Suministro de instalación de válvulas de limpieza</b>				<b>50,933.54</b>
3.1.3.1	Suministro e instalación de válvula de limpieza diámetro 38 mm	c/u	4.00	12,733.39	50,933.54
<b>3.2</b>	<b>Red de distribución</b>	<b>m</b>	<b>7,365.48</b>		<b>993,124.47</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Suministro e Instalación de Tubería de PVC SDR-26 Ø38mm</b>	<b>m</b>	<b>3,929.00</b>	<b>72.06</b>	<b>496,562.23</b>
3.2.1.1	Suministro e Instalación de Tubería de PVC SDR-26 Ø50mm	m	2,473.48	99.24	245,468.16
3.2.1.2	Suministro e Instalación de Tubería PVC - SDR26. Ø 62.5 mm	m	259.00	113.77	29,466.43
3.2.1.3	Suministro e Instalación de Tubería PVC - SDR26. Ø 100 mm	m	704.00	314.81	221,627.65
<b>3.2.2</b>	<b>Suministro de instalación de válvulas reductoras de presión</b>				<b>4,018.00</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Suministro e instalación de válvulas reductora de presión diámetro 100mm</b>	<b>c/u</b>	<b>1.00</b>	<b>4,018.00</b>	<b>4,018.00</b>
3.2.2.1	<b>Suministro de instalación de válvulas de aire</b>				<b>72,328.55</b>
<b>3.2.3</b>	<b>Suministro e instalación de válvulas de Aire y Vacío diámetro 25mm</b>	<b>c/u</b>	<b>18.00</b>	<b>4,018.25</b>	<b>72,328.55</b>
3.2.3.1	<b>Suministro de instalación de válvula de limpieza</b>				<b>203,734.24</b>
<b>3.2.4</b>	<b>Suministro e instalación de válvula de limpieza diámetro 38 mm</b>	<b>c/u</b>	<b>16.00</b>	<b>12,733.39</b>	<b>203,734.24</b>
3.2.4.1	<b>Suministro de instalaciones válvula de sectorización</b>				<b>6,607.01</b>
<b>3.2.5</b>	<b>Suministro e instalación de válvulas de Compuerta diámetro 50mm</b>	<b>c/u</b>	<b>2.00</b>	<b>3,303.51</b>	<b>6,607.01</b>
3.2.5.1	<b>Excavación Adicional o Clasificada</b>				<b>3,427.67</b>
3.2.5.2	Excavación en Terreno Normal	m3	95.00	3.49	331.55
3.2.5.3	Excavación en Cascajo	m3	63.00	8.97	564.80
3.2.5.4	Excavación en Cantera	m3	63.00	12.34	777.11
<b>3.2.6</b>	<b>Excavación en Roca</b>	<b>m3</b>	<b>78.00</b>	<b>22.49</b>	<b>1,754.22</b>

ITEM / SUB ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	COSTO UNIT. C \$	COSTO TOTAL C\$
3.2.6.3	Relleno Selecto	m3	110.00	11.88	1,306.80
3.2.8	Relleno Granular	m3	50.00	11.52	575.75
3.2.8.1	<b>Pozo de visita (ladrillo cuarterón + pared cónica de concreto reforzado) con tapa de polivinil h= 2.40mt + Ø tubo, para protección de unidades de operación y control - macro medidor</b>				<b>8,032.96</b>
3.2.8.2	PVS (ladrillo cuarterón, cono H = 1.20m; Diám. interno = 2.00m; H= 2.50mt con tapa y aro de hierro poli vinil), para protección de unidades de Operación y Control (UOC) para medidor de 100 mm	c.u	1.00	2,776.87	2,776.87
3.2.8.3	Válvula de Compuerta para UOC, diámetro 100mm (4") (conforme planos y E.T.)	c.u	1.00	1,434.78	1,434.78
3.2.9	Macro medidor de H°F° de 100mm como elementos de UOC, con Filtro "Y "para diámetro 100mm (4") (incluye todo conforme planos y E.T.)	c.u	1.00	3,821.31	3,821.31
3.2.9.1	<b>Terminales de limpieza</b>				<b>899.68</b>
	Suministro e Instalación de Terminales de limpieza de ø 50mm H°F°. (Conforme planos y E.T.)	c.u	140.00	449.84	899.68
	<b>Total de materiales</b>				<b>8,075,466.42</b>
	Costo de herramientas y equipos (3% del costo total de los materiales)				242,263.99
	Costo de transporte (10% del costo total de los materiales)				806,546.64
	<b>Total de costos directos en C \$</b>				<b>9125277.05</b>
	Costos indirectos de operación (15% del total de costos directos en CS)				1,368,791.56
	IVA (15% del total de costos directos en CS)				1,368,791.56
	Impuestos municipales (1% del subtotal de costos directos en CS)				91,252.77
	Imprevistos (10% del total de costos directos en CS)				912,527.71
	Administración y utilidades (15% del total de costos directos en CS)				1,368,791.56
	<b>Costo total de la obra en Córdoba C \$</b>				<b>1,4235,432.20</b>
	<b>Costo total de la obra en Dólares \$</b>				<b>425,573.45889</b>

Fuente Propia (2019)



## **Anexo G. Especificaciones Técnicas**

### **Descripción general de la obra**

El CONTRATISTA, deberá leer cuidadosamente todas las Secciones que integran estas Especificaciones Técnicas y estar totalmente claros del contenido y alcance de cada actividad. El Dueño no reconocerá reclamos de pagos adicionales por trabajo alguno, métodos de ejecución, materiales, pruebas de calidad, o de servicios intermedios necesarios para completar una determinada actividad, su integración al proyecto y para su correcto funcionamiento conjuntamente con los demás elementos del sistema. Cada ítem de la oferta debe incluir todos los gastos incidentales y de contingencia, y los riesgos de todo tipo, necesarios para concluir las obras y para su correcto funcionamiento en todos los aspectos, así como su protección y resguardo hasta su recepción satisfactoria por parte del Contratante.

El Contratista está en la obligación de presentar junto con su formulario de oferta el desglose de las obras de los costos unitarios o memoria de cálculo de cada ítem presentado en el formato de oferta suministrado.

### **Replanteo**

El Contratista, partiendo de los mojones principales de la poligonal efectuada durante la fase de estudio, replanteará las referencias de campo necesarias para las obras a construirse. Antes de la iniciación de los trabajos, El Contratista verificará la localización de los BM y BTM y comprobará niveles, quedando al cuidado y conservación de los mismos bajo su exclusiva responsabilidad. Si se prevé que durante la ejecución de las obras, algunos hitos van a ser destruidos, deberá previamente y de acuerdo con la FIRMA SUPERVISORA, ubicar nuevos hitos que permanecerán como referencia durante la ejecución de los trabajos.

En caso de necesidad El Contratista establecerá mojones o BTM secundarios de referencia, los cuales podrán servir de base para las mediciones de partida ejecutadas. Los mojones secundarios de referencia, serán contruidos de concreto simple, en forma de tronco de pirámide con la base menor hacia arriba de 15 x 15cm.; 50cm. de altura y

base mayor de 30x30 cm., con un clavo de bronce o zinc de 30cm. de largo empotrado en el centro de la base menor que irá hacia arriba sobresaliendo 10cm. del terreno.

Los puntos de detalles del replanteo se marcarán enterrando estacas de madera dura, de longitud conveniente, que sobresalgan por lo menos 15 cm. de la superficie y pintadas con un color vivo.

Todas las operaciones de nivelación se harán con nivel de precisión montado en trípode y las poligonales y secciones con el mayor cuidado, bajo las siguientes especificaciones de precisión:

Cierres horizontales: 1:5000

Cierres angulares:  $a \times (n)^{1/2}$

En donde:  $n$  = números de vértices

$a$  = aproximación del teodolito

Cierres altimétricos:  $1.0 (k)^{1/2}$  (cm)

En donde:

$K$  = distancia en km

### **Limpieza desmonte y eliminación de obstáculos misceláneos y forestación**

Se efectuarán las labores de limpieza y desbroce de una sola vez en toda el área de implantación de las obras. Por ningún motivo se procederá a efectuar estas labores de manera parcial o por etapas. El Contratista notificará a la FIRMA SUPERVISORA con la debida anticipación el inicio de los trabajos de limpieza. Una vez obtenida la aprobación, procederá a ejecutar dichas labores.

### **Excavación de zanjas**

a) Antes de iniciar la excavación de las zanjas, El CONTRATISTA deberá localizar y señalar las instalaciones domiciliarias de agua potable, alcantarillado sanitario, tubería de tragantes de aguas pluviales, instalaciones eléctricas y/o telefónicas subterráneas, Alcantarillado Pluvial y cualquier otra estructura que esté o no indicada en los planos, y

que pudieran encontrarse interceptando en alineamientos y niveles de la tubería a instalar.

b) Las excavaciones de zanja para tubería de agua potable en general deberán tener una profundidad de 1.20 m sobre la corona del tubo o mayores según lo indiquen los planos y/o LA FIRMA SUPERVISORA.

c) El ancho de zanja será igual al diámetro exterior de la tubería más 0.45 metros, colocando la tubería al centro de la zanja, manteniendo la verticalidad de las paredes de la misma, en toda su extensión. El fondo deberá quedar perfectamente nivelado, sin protuberancias que afecten a la tubería a instalarse, de manera que el tubo descansa sobre el terreno en toda su longitud y uniformemente. Se deberán dejar depresiones excavadas para acomodar las campanas o juntas. El lecho del fondo de zanja que ha sido compactado para proporcionar el soporte adecuado para la tubería deberá tener un grado mínimo de compactación del 95% del Prócoro Estándar.

d) En caso de que en la excavación se presentaran terrenos de poca consistencia (muy húmedo, suelos orgánicos, etc.) como el sonzocuite, la zanja deberá profundizarse como lo indique LA FIRMA SUPERVISORA, pero no menos de 0.30 m abajo del fondo previsto, y el material excavado deberá reponerse con material aceptado por LA FIRMA SUPERVISORA, dentro de las especificaciones señaladas en la Sección de Relleno Especial de este capítulo.

e) Si el fondo de la zanja se convierte en una fundación inestable para los tubos, debido al descuido de El Contratista en ademar o desaguar la zanja, o si la excavación se ha hecho más profunda de lo necesario, se requerirá que El Contratista y a su cuenta, remueva el material inestable y rellene la zanja de la manera descrita en el Artículo "Relleno de Zanjas".

f) Encofrado, Ademe o Arriostre para Zanjas. Cuando se considere necesario, las zanjas y otras excavaciones, deberán ser encofradas y arriostreadas, a fin de prevenir cualquier movimiento de tierra, evitar daños a la superficie de rodamiento, estructuras vecinas (edificios, casetas, tubos, etc.) y proteger a los trabajadores en la zanja. El CONTRATISTA asume plena responsabilidad por todo encofrado, ademe o arriostre y

por cualquier daño que pueda ocasionar por su falta, falla, uso, mantenimiento o remoción. LA FIRMA SUPERVISORA podrá ordenar el ademado de ciertos tramos de zanjas, donde, a su juicio, amerita tomar este tipo de precauciones, por razones de seguridad. En todo caso, El Contratista deberá cumplir con la resolución del Ministerio del Trabajo de Nicaragua referente a las medidas básicas de seguridad e higiene que deben adoptar las Empresas y Firms Constructoras que realicen Excavaciones a Cielo Abierto.

g) No se permitirán zanjas abiertas por períodos mayores de tres (3) días, antes de la colocación de los tubos, y las zanjas serán rellenadas inmediatamente después que la tubería haya sido probada hidráulicamente, desinfectada y aceptada por LA FIRMA SUPERVISORA.

h) Los materiales de excavación de la zanja deberán ser colocados al lado donde no se obstaculice el tránsito y que, en todo caso, causen el mínimo inconveniente, y permitan el acceso apropiado y seguro a la propiedad pública y privada, además de permitir el depósito de los tubos sobre el otro borde inmediato a la excavación.

i) Se reservará una orilla despejada de 1 metro de ancho mínimo, entre el borde de la zanja y el pie del talud de las tierras extraídas. Esa orilla está destinada a la circulación cómoda del personal instalador de la tubería.

### **Relleno y compactación**

a) Dado que las uniones son flexibles, las zanjas no se rellenarán hasta que la tubería sea alineada y todas las uniones inspeccionadas.

b) Solamente materiales seleccionados y aprobados por LA FIRMA SUPERVISORA, deberán usarse para el relleno a los lados del tubo y hasta treinta (30) centímetros sobre la parte superior de la tubería. El material seleccionado podrá ser material de excavación de la zanja que no contenga piedras, material orgánico, basura, lodo, o cualquiera otro material inestable, o bien, utilizar material granular o arenas según lo apruebe LA FIRMA SUPERVISORA. En el relleno de la tubería instalada se debe eliminar toda piedra gruesa y todo material que pueda ocasionar daños a la tubería.

- c) Desde el fondo de la tubería y hasta treinta (30) centímetros encima de ésta, el relleno será colocado y apisonado en capas que no excedan diez (10) centímetros y la compactación no deberá hacerse con equipo mecánico. Para asegurar una compactación adecuada del relleno por debajo de la pared de la tubería, se deberá usar un pisón curvado para pisonear la parte inferior al tubo.
- d) En el caso de requerirse otro tipo de material de relleno, debido a situaciones específicas encontradas durante las excavaciones como sería la sustitución de material inadecuado (inestable, piedras, roca, desechos, etc.) o reposición en sub-excavaciones ordenadas por LA FIRMA SUPERVISORA por haber lechos de piedra cantera o rocosos, deberá importarse material selecto del banco más cercano de la ciudad y/u otros tipos de rellenos especiales.
- e) A menos que se indique lo contrario o que circunstancias especiales así lo exijan, no se rellenarán las zanjas hasta que se haya realizado la revisión de pendiente y la tubería haya sido probada satisfactoriamente.
- f) Durante el relleno de las zanjas (ver sección típica de zanja y rellenos en planos de detalles generales de tubería) es necesario ajustarse a los siguientes requerimientos:
- g) Se iniciará el relleno con capas de 10 centímetros de espesor y material seleccionado aceptado por LA FIRMA SUPERVISORA, cuidadosamente apisonadas una sobre otra y muy particularmente, debajo del tubo y sus costados, hasta un nivel que corresponda a 1/4 del diámetro del tubo. Al terminar el apisonado del fondo de la zanja, se usará un azadón de forma curva para proveer un apoyo uniforme y continuo para el cuadrante inferior de los tubos.
- h) Se continuará compactando el relleno en capas no mayores de 10 centímetros, hasta alcanzar un espesor de 30 centímetros arriba de la parte superior de la tubería.
- i) En esta primera etapa (a y b) sólo se utilizarán materiales escogidos de la excavación (relleno común), tierra suelta libre de piedras, madera y cualquier tipo de materia orgánica susceptibles de descomposición, etc. También podrá utilizarse material selecto del banco más cercano a la ciudad, u otro material aprobado por LA FIRMA SUPERVISORA. La compactación mínima aceptable para estas capas de relleno será del 95% Prócoro Estándar.

j) Desde 30 centímetros sobre el tubo hasta la sub-rasante en calles revestidas, se rellenará con material de la excavación; pero escogido, colocado y apisonado en capas de quince (15) centímetros. Piedras de más de 10 centímetros serán excluidas de todo relleno.

k) Cada capa de material de relleno con una humedad aceptable, que no sea ni muy baja (falta de agua) ni excesivamente saturada (exceso de agua) será compactada adecuadamente con apisonadoras hasta lograr una apariencia de compactación sólida y densidad uniforme. La última capa para alcanzar la rasante de la calle estará compuesta por material selecto aceptado por LA FIRMA SUPERVISORA y con un contenido de humedad óptimo y homogéneo, será compactado con un equipo motorizado y vibratorio de tal manera que sometida esta última capa a pruebas de compactación, se obtenga al menos un porcentaje de compactación del 95% del peso volumétrico seco de este material, con respecto al peso volumétrico seco máximo de laboratorio, fijado por la prueba AASHTO T-99, Método C.

l) En terrenos erosionables, o donde puedan encauzarse corrientes superficiales que puedan arrastrar el material de relleno, es necesario proveer retenciones de concreto simple a todo lo ancho de la zanja y a intervalos convenientes, de manera que eviten el deslave del material. La forma, dimensiones e intervalo de construcción serán dispuestos por LA FIRMA SUPERVISORA.

a) Relleno Común: Este concepto de relleno común comprende todo material aprobado y seleccionado, sacado de la excavación o de otra fuente, libre de terrones grandes, cenizas, basuras, plantas, hierbas u otros materiales putrescibles, que contenga alrededor del 2% de agua natural con relación al peso seco del suelo original. Los materiales para el relleno debajo de las estructuras deberá ser material seleccionado adecuado al sitio y aprobado por LA FIRMA SUPERVISORA.

b) Relleno Granular: Partículas limpias, duras, inertes, no cubiertas, libres de arcilla, limo, sustancias blandas, residuos orgánicos y otros materiales objetables. Deberán ser aprobados por LA FIRMA SUPERVISORA.

- Granular menor de 25 mm (1")
- Relleno granular grueso, menor de 75 mm (3").

c) Relleno especial: En vista que las normas establecidas requieren para rellenos de zanjas para tubería, cierto grado de calidad de material dependiendo de las condiciones específicas encontradas en el subsuelo, algunas veces se obligará el mejoramiento y/o la sustitución del material existente en la excavación, por otro denominado como relleno especial; Ver el capítulo - EXCAVACION, RELLENO Y COMPACTACION ESPECIAL Y/O ADICIONAL. Tales rellenos podrán ser: a) de material selecto del banco más cercano a la ciudad para sustituir o para mezclar; b) material especial granular; c) material especial arenoso.

### **Construcción en la caseta**

Las obras consisten en la construcción de caseta para controles eléctricos y caseta de operadores que serán incorporados al sistema de las localidades anteriormente indicadas.

### **Características de edificaciones**

<b>Casetas</b>	<b>Cerco</b>
Ladrillo rojo y Cascote de concreto	
Bloque de concreto	
Madera Sólida y Metálicas	
Aluminio anodizado y vidrio transparente con protección de verja metálica, y Bloque decorativo	
Estructura Metálica y forro de Zinc corrugado calibre 26	
Plycem (flashing, zinc liso calibre 26)	
	Malla ciclón No. 13.5 y tubos HG.

Fuente: propia (2019)

### **Trazado y nivelación**

El Contratista trazará su trabajo partiendo de las líneas bases y bancos de nivel o puntos topográficos de referencia establecidos en el terreno y de las elevaciones indicadas en los planos, siendo responsable por todas las medidas que así tome. El Contratista será responsable por la ejecución del trabajo en conformidad con las líneas y cotas de elevación indicadas en los planos o establecidas por el Supervisor.

Los bancos de nivel y las ni veletas deberán ser cuidadosamente conservados por el Contratista hasta la aceptación final del trabajo, La terraza quedará debidamente compactada y nivelada al 95% Proctor.

## **Cortes y rellenos**

- a) El espesor de limpieza y descapote será variable y vendrá reflejado en los planos.
- b) El Contratista tiene la obligación de examinar los suelos en el sitio de la obra y asumir completa responsabilidad en el uso y disponibilidad del suelo desde el punto de vista constructivo.
- c) El Contratista comprobará las medidas indicadas en los planos, localizando los niveles de referencia, para indicar los cortes y rellenos que tenga que hacer en la obra. También se considera como corte la eliminación del material arcilloso que quede en el sitio de la construcción, incluyendo 1.50m perimetralmente alrededor de la obra.
- d) El Contratista deberá cortar 15 cm de suelo arcilloso, el cual será botado en un lugar fuera del proyecto donde lo indique el Supervisor.
- e) Una vez efectuados los cortes indicados en los planos, o en estas especificaciones, se procederá al relleno con material selecto, el que se compactará de manera manual o mecánica. La compactación tiene que obtenerse a un mínimo del 95% del Próctor Estándar, efectuándose de la manera siguiente:
  - i. De manera manual, Se hará en capas de 10 cm dando golpes con pisones que pesen no menos de 50 lbs y dando no menos de 25 golpes de manera uniforme en toda el área a rellenar; cada capa será humedecida hasta alcanzar una humedad óptima antes de golpearla con el pisón.
  - j) Se permitirá rellenar con material de corte del proyecto, siempre que éste cumpla con la condición de estar libre de arcilla y cumpla además con los requisitos de los materiales de banco, o que sea aprobado por el Supervisor.

## **Acarreo de materiales**

El Contratista acarreará del banco de material selecto “El Cuatro” a la obra por su cuenta y riesgo en cantidad suficiente todo el material selecto a utilizar en la obra. Este material lo transportará de bancos de préstamos previamente de chinchal.

- a) El Contratista transportará fuera del sitio del proyecto, por su cuenta y riesgo, todo material de suelo sobrante de excavación o de relleno, así como el material



arcilloso de los cortes que no tengan uso en la obra. Estos los trasladará o botará en lugares donde no hagan daño a terceros. Considerar una distancia promedio de 5 km del sitio del proyecto para botar el material sobrante.

b) Si el material de corte no es arcilloso se podrá depositar en el mismo predio en forma que mejore el drenaje y deje facilidad para acceso de la grúa con la debida autorización del supervisor.

## **Fundaciones**

No se iniciarán las labores de excavación hasta que el Supervisor dé su aprobación a los trabajos de movimiento de tierra realizados, que garanticen las terrazas con los niveles proyectados y la compactación requerida.

## **Excavación estructural**

a) Esta etapa consiste en el zanjeo de zapatas, pedestales y viga sísmica de las estructuras, de acuerdo con anchos, profundidades, elevaciones y niveles indicados en los planos constructivos, en caso que no se señalen, deberán ser indicados por el Supervisor, quien definirá el nivel de desplante final de las mismas.

- En las excavaciones o zanjeo de vigas sísmica se dejará el ancho de acuerdo con el desplante:

- Menor de 50 centímetros de desplante, el ancho de la zanja será de 20 centímetros mayor que el ancho de la viga

- Mayor a 50 centímetros de desplante, el ancho de la zanja será de 30 centímetros mayor que el ancho de la viga

b) En ambos casos se deberá tomar en cuenta la colocación de la formaleta. De ninguna forma, se omitirán las formaletas.

c) El Contratista tomará todas las precauciones necesarias y hará uso del equipo apropiado para evitar derrumbes, hundimientos y soterramientos en los predios y construcciones aledañas y dentro de la propia construcción.

d) Las excavaciones se realizarán hasta los niveles indicados, deberán mantenerse libre de agua. El fondo de las zanjas estará libre de material suelto y en aquellos casos donde existan superficies rocosas que puedan ser utilizadas como bases de concreto deberán estar a nivel.

### **Relleno y compactación**

a) Consiste en el relleno y compactación de las excavaciones realizadas para las fundaciones. El trabajo requiere la preparación y selección de materiales, formación, compactación y estabilización del relleno y retirar del sitio los materiales innecesarios y sobrantes.

b) Primeramente El Contratista deberá proceder a la conformación del terreno, antes de colocar las formaleas, emparejando el fondo del terreno ya sea cortando o rellenando hasta cinco centímetros de espesor.

c) El material de relleno debe ser depositado en capas uniformes de no más de 20cms de profundidad por toda el área y ser debidamente compactada y mantenida al mismo nivel toda el área. Capas sucesivas deberán ser debidamente compactadas distribuyendo el material de relleno en toda la superficie. Cada capa deberá ser colocada controlando su contenido de humedad hasta alcanzar como mínimo una densidad equivalente al 95% Próctor Estándar. Ningún material deberá colocarse demasiado húmedo para poder compactarlo debidamente. El Contratista será responsable por la perfecta estabilidad del relleno y reparar por su propia cuenta, cualquier porción fallada o que haya sido dañada por la lluvia, descuido o negligencia de su parte.

### **Acero de refuerzo**

a) El acero de refuerzo deberá cumplir con las especificaciones de la ASTM-A-615M-07 Grado 60, con un límite de fluencia  $f_y = 60,000$  psi.

b) El acero de refuerzo se limpiará de toda suciedad u óxido no adherente en estado avanzado. Las barras se doblaran en frío, ajustándose a los planos y especificaciones del proyecto, sin errores mayores de (1) centímetro.

- c) Las barras se sujetarán a la formaleta con alambre recocido calibre 18 y tacos de concreto o piedra, de modo que no puedan desplazarse durante el chorreado del concreto y que esta pueda envolverlas completamente.
- d) Salvo indicación especial en los planos, las barras quedarán separadas de la superficie del concreto por lo menos 5.0 centímetros en vigas sísmicas, 7.5 centímetros del nivel del desplante del suelo natural. La separación entre barras paralelas será como mínimo igual al diámetro o 1 y 1/3 del diámetro del mayor agregado grueso usado en dicho elemento.
- e) La posición de las barras se ajustará a lo indicado en los planos del proyecto y las instrucciones del Supervisor.
- f) Se revisará la correcta disposición del acero de refuerzo antes de proceder al chorreado del concreto y se anotará en la bitácora de registro de la obra, que al efecto llevará el Contratista, todas las modificaciones de barras que se introduzcan, las cuales deberán ser aprobadas por LA FIRMA SUPERVISORA.
- g) El Contratista tiene la obligación de poner como varilla de refuerzo el diámetro indicado en los planos, en caso que el Contratista ponga una varilla de refuerzo de menor diámetro tiene que demoler los elementos donde haya habido esta falla por cuenta y riesgo de él mismo. La obra debe quedar terminada como está indicado en los planos y en estas especificaciones.
- h) No se dispondrá, sin necesidad, de empalmes de barras no señaladas en los planos sin autorización del Supervisor. En caso necesario, dispondrá donde la armadura trabaje a menos de dos tercios ( $2/3$ ) de su tensión admisible, pudiendo ser por traslape siendo recomendado el traslape de bayoneta.
- i) Las juntas se distanciarán unas de otras, de manera que sus centros queden a más de cuarenta diámetros a lo largo de la pieza o según indicaciones en los planos.
- j) Cuando el Supervisor permita el uso de espera, el diámetro de éstas no deberá ser bajo ningún caso, menor que el diámetro del refuerzo principal.

k) Como información general en el cuadro siguiente se indica el peso nominal del acero de acuerdo a su diámetro.

l) **Diámetros nominal del acero**

BARRA	DIÁMETRO (Pulgadas)	PESO NOMINAL (kg/m)
2	1/4	0.25
3	3/8	0.56
4	1/2	1.00
5	5/8	1.56
6	3/4	2.24
7	7/8	3.05
8	1	3.98
9	1 1/8	5.05

Fuente: Propia (2019)

## Concreto

a) La estructura ha sido diseñada para un concreto que tenga una fatiga de ruptura mínima de 210.92 kg/cm<sup>2</sup> (3,000 PSI) de compresión a los 28 días de colocado en la obra. La dosificación de los materiales para el concreto, deberá llevar el visto bueno del Supervisor. La mezcla deberá ser satisfactoriamente plástica y laborable con la resistencia requerida.

b) El cemento a emplearse en las mezclas de concreto, será Cemento Portland tipo GU, Normal, ASTM C-150-07, o similar aprobado. Deberá llegar al sitio de la construcción en sus envases originales y enteros, ser completamente fresco y no mostrar evidencias de endurecimiento. Todo cemento dañado o ya endurecido, será rechazado por el Supervisor. El cemento se almacenará en bodegas techada y cerrada

que permita poca humedad, sobre tarimas de madera en estibados de no más de 10 sacos.

c) El agua empleada en la mezcla de concreto deberá ser potable, limpia y libre de grasa o aceites, de materias orgánicas, álcalis, asientos o impurezas que puedan afectar la resistencia y propiedades del concreto.

d) La arena deberá estar libre de todo material vegetal y libre de sustancias dañinas como sales, sustancias alcalinas orgánicas, además, deberá cumplir con las especificaciones de la ASTM C33M-08. Por otro lado, la calidad y granulometría de ésta deberán ser aprobadas por un laboratorio que designe el Supervisor

e) La grava deberá ser limpia, pura, durable y sujeta a las Especificaciones ASTM C33M-08. El tamaño más grande permitido de agregado gruesos, será un quinto de la dimensión mínima de la formaleta de los elementos, o tres cuartos del espaciamiento libre mínimo entre varillas de refuerzo, según recomendación de la Norma ACI 613 última revisión. La arena deberá ser dura, limpia y libre de todo material vegetal y sujeto a las Especificaciones ASTM C33M-08.

f) La piedra triturada debe ser limpia y bien graduada en sus distintos tamaños. Su dimensión máxima no deberá ser mayor de:

a)  $\frac{1}{5}$  la dimensión menor entre las caras de las formaletas.

b)  $\frac{1}{3}$  el espesor de las paredes y/o losas.

c)  $\frac{3}{4}$  la mínima separación libre entre aceros de refuerzo.

g) La mezcla deberá hacerse en una mezcladora mecánica con no menos de 1  $\frac{1}{2}$  minutos de revolución continua, una vez que todos los ingredientes hayan sido introducidos dentro de la mezcladora. Se completará la descarga de la mezcladora dentro de un periodo de 30 minutos después de la introducción del agua para la mezcla de cemento con los áridos.

h) Se tendrá especial cuidado durante la operación de no mezclar con tierra e impurezas. Se podrá usar este concreto en elementos estructurales y fundaciones, siempre que el Contratista garantice su calidad con tres testigos o cilindro de prueba

para ser fracturado en un laboratorio. La temperatura del concreto será menor a 40 grados Celsius.

i) El colado debe efectuarse a tal velocidad, que el concreto conserve su estado plástico en todo momento y fluya fácilmente dentro de los espacios entre las varillas. Una vez iniciado el colado, este deberá efectuarse en una operación continua, hasta que termine el colado de la sección.

j) El concreto que se haya endurecido parcialmente, o que se haya contaminado con materiales extraños, será retirado y no podrá usarse o colocarse en ninguna estructura.

k) Durante la colocación, todo concreto en estado blando deberá compactarse. Sólo se admite vibrador para que pueda acomodarse enteramente alrededor del refuerzo y de las instalaciones ahogadas.

l) Cuando se haga una junta, la superficie de concreto debe limpiarse completamente y removerse toda la nata y el agua estancada. Toda junta deberá humedecerse completamente y cubrirse con una lechada de cemento, inmediatamente antes de colocarse el concreto nuevo.

m) Las juntas de colado deberán hacerse de tal forma que no afecten significativamente la resistencia de la estructura. Al realizar la junta, se tomarán las debidas precauciones para que esta sea capaz de transmitir el cortante y otras fuerzas.

n) En caso que el Supervisor encuentre partes de la estructura con defectos o que no den la resistencia que se requiere, El Contratista demolerá, la obra y la construirá de nuevo por su cuenta.

o) Se cuidará de mantener continuamente húmeda y encima de los 10 grados centígrados la superficie de concreto, mojándola tres veces al día por 7 días.

p) El colado debe efectuarse en una operación continua, hasta que termine el proceso de colado de la sección a fundir.

### **Paredes de mampostería**

La etapa de construcción de paredes comprende el suministro e instalación de todos los elementos que componen los cerramientos internos y externos del Edificio, según los

materiales descritos en los planos del proyecto según el sistema constructivo que se propone. Refiérase a los Planos arquitectónicos y estructurales preparados por el proyecto, para determinar la ubicación, longitud, altura, espesor, cantidad y tipo de pared o cerramiento a instalar.

- a) Los bloques de concreto: deberán ser 15 cm. x 20 cm. x 40 cm. (6" x 8" x 16") o según se indique en los planos, deberán tener una resistencia a la compresión de 55 kg/cm<sup>2</sup> (780 PSI).
- b) Toda la mampostería deberá ser construida a plomo y escuadra a línea y con las juntas horizontales a nivel, de acuerdo con las dimensiones y líneas generales indicadas en los planos.
- c) El espesor de las juntas, tanto verticales como horizontales, será de 1.5 centímetros. El Contratista dejará nítidas y uniformes las juntas hasta obtener una superficie fina y lisa. La junta se acabará ras a ras con la superficie del bloque. Todos los bloques deberán estar limpios de toda suciedad, libre de salpicaduras y manchas,
- d) El Contratista tendrá especial cuidado de que la apariencia y colocación de los bloques refleje un trabajo esmerado. Todos los bloques tendrán un ancho uniforme y no se permitirá unidades quebradas o cascadas Mortero para juntas
- e) Los bloques de concreto que conforman las paredes de mampostería serán unidos con mortero compuesto por cemento y arena.
- f) La mezcla del mortero deberá tener una resistencia a la compresión a los 28 días de 150 Kg/cm<sup>2</sup>. (2,133.50 PSI) comprobado por medio de un laboratorio de materiales.
- g) El mortero deberá mezclarse en mezcladora mecánica o bien en bateas especiales para que se efectúe una mezcla homogénea y libre de impurezas.
- h) No se permitirá el uso de mortero en el cual el cemento haya empezado su periodo de fraguado, específicamente después de 30 minutos de elaborado.

## **Paredes de fibrocemento**

Interiormente se usarán láminas enteras de fibrocemento calibradas y lijadas en fábrica de 1.22 x 2.44 m. de 8 mm de espesor como mínimo, iguales o equivalentes al Plycem.

Exteriormente se usarán láminas de 14 mm, estas deberán ser impermeabilizadas de fábrica y se sellarán sus juntas con junta rígida según lo especifique el fabricante.

La estructura de apoyo de estas paredes deberá realizarse a base de perfiles de hierro galvanizado #24 de 10 cm. de ancho, los cuales serán armados de acuerdo a los manuales de procedimiento –última versión- para la instalación de láminas de Plycem.

En los lugares donde así lo requieran los manuales del fabricante, las uniones de láminas se tratarán con una combinación de juntas rígidas y juntas flexibles, para lo cual el Contratista deberá seguir las indicaciones del sistema de muro seco y las recomendaciones de la última versión de los manuales de instalación del fabricante de las láminas. El Contratista garantizará por escrito el perfecto funcionamiento de estas juntas

Deberá dejarse una separación entre láminas de 3 mm como mínimo a fin de garantizar una penetración total y una adherencia efectiva de los selladores o pegamento. El sellador o pegamento debe rellenar la junta totalmente.

Se deberá raspar los cantos de las láminas de fibrocemento con una escofina para mejorar la adherencia, asegurándose que la junta quede completamente libre cualquier residuo de polvo, grasa o suciedad, los cuales impedirían una correcta adherencia. No se deberá hacer la aplicación del adhesivo si las láminas se han humedecido.

El mortero de la junta estará formado por un epóxido adhesivo de alta resistencia como el Pegasen o equivalente. Este epóxido deberá aplicarse en la sisa con una espátula, presionando fuertemente para asegurar un llenado total eliminando los excesos de la superficie de la lámina. La preparación y aplicación del mortero debe hacerse en menos de 30 minutos.

Una vez rellena la junta se dejará secar por tres horas como mínimo. Por último se debe lijar hasta dejar completamente lisa la superficie de la junta.



La preparación de las láminas para éste tipo de junta se realizará de igual forma que indica el párrafo anterior. Se usará Plycem-Flex o Sikaflex 1-a empleando una pistola de calafateo, llenando la junta hasta 3 mm por debajo de su plano superficial, para luego retirar los excesos de la superficie de la lámina. Éste sello se usará obligatoriamente en las juntas de las paredes de fibrocemento que lleguen a muros, columnas, vigas y paredes de la estructura principal del edificio, en paredes exteriores y en donde el fabricante recomiende.

Donde así se requiera, las juntas de las láminas de fibrocemento se taparán con un perfil L de aluminio anodizado natural de 8 x 12 mm el cual deberá quedar firmemente sujeto por medio de tornillos de aluminio y un pegamento como Sikaflex 1-a. Los perfiles verticales deberán colocarse de una sola pieza sin cortes ni empates.

Para éste tipo de junta, las láminas deberán quedar con una separación tal que permita la entrada y fijación del perfil a presión.

## **Pintura**

El acabado de las superficies pintadas debe ser de primera calidad y debe hacerse un enmasillado cuidadoso donde sea necesario para que las superficies por pintar queden completamente lisas. De existir grietas o huecos, éstos deben rellenarse con masilla. Después de aplicada la masilla y una vez que esté seca, deberá lijarse para igualar la superficie.

Todas las superficies que se van a pintar deberán limpiarse y prepararse adecuadamente, incluido un enmasillado previo para cubrir juntas entre el repello y los marcos.

Antes de proceder con la pintura de las paredes de fibrocemento, deberá darse una base de sellador Vastalux mate o equivalente, después se aplicarán dos manos como mínimo de pintura de aceite hasta quedar totalmente cubiertas cumpliendo con lo especificado. En aquellas paredes que no queden adecuadamente cubiertas con las manos que se estipulan serán nuevamente pintadas por cuenta del Contratista hasta que queden satisfactoriamente terminadas.

## **Estructura metálica de techo**

- a) Comprende el suministro e instalación de estructuras metálicas para cubierta de techos; dichas estructuras se realizarán con perfiles metálicos doblados en frío según estas especificaciones y diseño de planos. El objetivo es disponer de una estructura de cubierta que no tenga problemas de pandeo.
- b) Los perfiles metálicos serán perfiles estándar nuevos según ASTM A 36, y deben cumplir con la normativa americana para estructuras metálicas (AISC-ASD-96), y lo establecido en el Reglamento Nacional de Construcción RNC-07, Título VII, Capítulos 1, 2 y 3.
- c) Las piezas deben ser fabricadas en las formas y tamaños indicados en planos: Tanto los cortes como los agujeros deben terminar en superficies rectas y limpias. Todos los extremos cortantes, así como pernos sujetadores, soldaduras o cualquier otro material saliente que implique peligro para el personal, deben ser removidos o debidamente protegidos.
- d) Las soldaduras de punto, que no forman parte de las soldaduras, indicadas en los planos, no serán admitidas para transferir los esfuerzos a los elementos usados en las uniones o juntas tales como: travesaños angulares, placas de juntas o platinas angulares.
- e) Las soldaduras en las estructuras y piezas, se deben realizar de acuerdo con las especificaciones de la American Welding Society (AWS), D-2.0 "Specification for Welded Highway and Railway bridges".
- f) Todas las superficies metálicas serán protegidas mediante la aplicación de pintura anticorrosiva, a prueba de óxido, el número de capas de pintura a aplicar, será la especificada por los fabricantes, como un requerimiento mínimo.

## **Cubierta de techo**

- a) Se usarán Lámina de Zinc Corrugado, calibre No. 26 sobre estructuras metálicas, según especificaciones estructurales, con alineación y pendiente indicadas en los planos. A las cubiertas de zinc se les aplicarán dos manos de pintura anticorrosiva.

b) Todos los techos serán instalados por personal especializado, según el material y técnica a utilizar. La finalidad es garantizar la absoluta hermeticidad y durabilidad del mismo. En lo que le compete, la actividad estará normada por lo indicado en el RNC-07, Título VII, Capítulos 1,2 y 3.

c) Para su fijación se usarán tornillo goloso (pernos de 2.5") de punta de broca, con capuchón, arandela, empaque y tuerca.

### **Fascia**

El esqueleto de la fascia es de madera fina perfectamente cepillada y curada, forrada con plycem de 11 mm. La fascia deberá quedar sin arqueamiento ni ondulaciones; al mismo nivel indicado en los planos o por LA FIRMA SUPERVISORA.

### **Piqueteo**

Se realizará mediante piquetas afiladas, aplicado al concreto después que haya fraguado en su totalidad y que haya adquirido el 75% de su resistencia. De tal manera que hay que piquetear no antes de 7 días de edad del concreto. El piqueteo deberá quedar tupido, con el fin que se pueda adherir el repello que se aplicará posteriormente.

### **Repello corriente**

a) Para el repello se usará cemento tipo GU de la especificación ASTM- C-150-07, los elementos estarán limpios de sustancias salinas, alcalinas y orgánicas y el agua utilizada será potable. La aplicación se realizará a mano.

b) El espesor mínimo del repello será de un centímetro. Se recomienda que al momento de aplicar el repello esté instalada la cubierta de techo para evitar secamientos efectuados por el sol y el viento, y que haya fraguado lo suficiente para permitir rociarlo con agua, durante siete días.

c) En las intersecciones de áreas donde haya esquinas como ventanas, puertas, columnas y vigas, deben hacerse forjas con el mortero con ayuda de guías maestras de madera.

d) El repello de todas las superficies internas de las vigas y columnas se ejecutarán con mortero tirado con fuerza con la paleta, extendiéndose después con la llana, colocando previamente guías verticales bien aplomadas y en línea, para obtener una superficie plana con cantos vivos y aristas completamente rectas.

### **Pisos**

a) Este acápite se refiere a los pisos de los ambientes indicados en los planos, con las medidas y dimensiones indicadas en los mismos.

b) Toda mención hecha en estas especificaciones o indicada en los planos obliga al Contratista a suplir e instalar cada artículo, material o equipo con el proceso o método indicado y de la calidad requerida o sujeta a calificación y a suplir toda la mano de obra, equipo y complementos necesarios para la terminación de la obra.

### **Conformación y compactación**

Este artículo comprende la preparación del terreno para que quede listo para la construcción del piso, la conformación se hará dejando el terreno llano, cortando toda protuberancia, y compactando hasta dejar el suelo listo para construir el piso. La compactación la podrá realizar manualmente aplicando golpes con una pisón de aproximadamente 50 libras de peso, desde una altura de 0.50 m de alto. También el proceso de compactación se podrá realizar mecánicamente con vibro compactadores manuales, conocidos como brinquines. El suelo tendrá que quedar compactado al 95% Próctor Estándar.

### **Cascote**

a) El cascote consiste en una retorta de concreto simple de 175.77 kg/cm<sup>2</sup> (2500 PSI) de 5 cm de espesor o 2 pulgadas.

b) La preparación del concreto se hará a través de medios mecánicos o manuales. La mezcla deberá ser satisfactoriamente plástica y laborable durante el proceso de colado.

c) El cascote será curado durante un período de siete días, antes de colocar las baldosas o ladrillos.

## **Puertas de madera sólida**

- a) Los marcos de puertas deberán ser de 2" x 4" de sección a plomo y a línea en los correspondientes huecos y atornillados a espiches de madera para los casos junto a paredes o vigas de concreto, previamente empotrados en las paredes. Se dejará una luz de 1/4" entre el piso y la puerta y 1/8" entre el marco y la puerta. Se suplirá una cantidad mínima de cinco espiches en cada costado. La madera de marcos y bocelos deberá ser cedro o pochote de primera calidad, cada puerta será cortada con exactitud, tallada y ajustada adecuadamente a sus marcos y herrajes, tomando en consideración cualquier expansión posible de madera y del trabajo de acabado.
- b) No se permitirá martillar los tornillos de los herrajes excepto para marcar el punto de su introducción. Se deberá usar destornillador para introducir los mismos.
- c) Las puertas serán colocadas de manera que cuando estén cerradas no toquen o rocen en ningún punto al abrirlas, Los herrajes deben ajustarse a sus especificaciones de fábricas para un correcto funcionamiento.
- d) Se dejará la siguiente luz en las puertas: 1/4" en su parte inferior y 1/8" por los otros tres lados.
- e) Las cerraduras serán de marca YALE americana o similar aprobado por LA FIRMA SUPERVISORA, del tipo pelota de color bronce antiguo o similar previa autorización de la Supervisión del proyecto y las haladeras con igual nivel de calidad.
- f) Bisagras: de acero o bronce de buena calidad de 4" x 4". Localizarse la arista superior de la bisagra a 13 cm, del cabezal de la puerta y para la bisagra inferior a 25 cm, arriba del piso terminado.
- g) Una vez instalados los marcos y puertas se protegerán contra golpes, rayones y cualquier otro defecto hecho por negligencia del Contratista.
- h) El prensado y engomado de las puertas deberán hacerse en prensas capaces de imponer las presiones requeridas por las gomas.

## **Ventanas**

Las ventanas serán de bloques decorativos y aluminio y vidrio, según se indique en planos constructivos. En el caso de bloques deberán cumplir con las características de calidad e instalación indicadas en la Sección 5 Mampostería.

## **Obras metálicas de protección del predio**

Estas especificaciones aplican para cualquier obra de protección igual o similar a construirse, indicadas en los planos y en los alcances de obras.

- a) El trabajo a ejecutarse bajo este rubro comprende el suministro de equipo, herramientas, mano de obra, transporte y materiales necesarios para llevar a cabo la construcción e instalación de cercas perimetrales y portones, en los sitios y dimensiones indicadas en los planos y de acuerdo con lo estipulado en estas especificaciones.
- b) La cerca quedará conformada según el alineamiento y dimensiones mostradas en los planos. Se colocará una hilada de piedra cantera en todo el perímetro de la cerca y portones para apoyo de acuerdo a detalle mostrado en los planos.
- c) Las columnas deberán quedar perfectamente verticales y la malla bien tensa. Para evitar continuidad eléctrica, la malla será instalada en unidades independientes de 50m de longitud. Cuando la longitud de la cerca sea menor que 50 metros su construcción será continua.
- d) La separación entre dos columnas extremas de dos unidades adyacentes no deberá ser menor de 25mm ni mayor de 50mm. Tanto las columnas extremas, como las esquineras, deberán ser apuntaladas en toda su altura.
- e) Todas las columnas irán separadas no más de dos y medio metros o como lo indique el plano constructivo, y empotradas en bases de concreto de 25 cm x 25 cm x 60 cm de profundidad.
- f) Todo el perímetro de la cerca estará rematado con arbotantes fijados en las columnas, con una longitud de 0.60 m inclinadas a 45° hacia el interior y con cuatro (4)

hileras de alambre de púas N°12 separadas cada 0.15 metros, cubierto el extremo superior con una tapa soldada que impida la entrada de agua.

g) El portón de acceso será de 4.50 metros, y su construcción y montaje se hará de acuerdo con lo indicado en los planos.

h) Todas las superficies metálicas expuestas deberán pintarse, con dos manos de pintura anticorrosiva galvanizada.

i) El calibre de la malla a utilizar será No. 13.5, los tubos horizontales, verticales y diagonales será HG de 1 1/2 pulgada de diámetro calibre 40.

### **Pintura**

a) Antes de comenzar los trabajos se deberá efectuar una revisión de las superficies que se corregirán de todo desperfecto que se encuentre. Las superficies además deberán estar completamente secas. En todos los casos podrán utilizarse los productos equivalentes de otras marcas aprobadas.

b) Antes de ordenar sus materiales El Contratista someterá a la aprobación del Supervisor muestras de todos y cada uno de los tipos de determinado color y cuando éstos cuenten con la aprobación final, las pinturas a ponerse en obra, han de ser necesariamente iguales a dicha muestra.

c) Para probar el contenido de humedad El Contratista aplicará a una sección de pared de aproximadamente 1.00 metro x 1.00 metro, una capa de pintura de primer (sellador). Se dejará secar por 72 horas para luego examinarla. Si el grado de humedad es excesivo una o ambas situaciones se presentarán:

- Cambios en el color de la pintura aplicada a un tono parduzco u oscuro
- Formación de burbujas.

d) Si no hubiere evidencias de lo anteriormente señalado, se podrá realizar la aplicación de pintura al resto de las paredes.

e) Cualquier problema de infiltración o humedad deberá ser corregido antes de pintar. Los agujeros y grietas deberán ser rellenados con masilla. La masilla deberá dejarse secar y lijarse suavemente hasta obtener una superficie pareja y lisa al tacto.

a) El trabajo de pintura no se hará durante tiempo nuboso o de extrema humedad o lluvia. La aplicación de toda la pintura se recomienda sea con brochas, rodillos o pistola, el tiempo promedio entre cada mano de pintura será de 24 horas.

b) Todo el material de pintura deberá aplicarse parejo, libre de chorreaduras, manchas, parches y otros defectos. Todas las manos serán de la consistencia debida y sin marcas de brocha o rodillo. Se recomienda usar diluyente en la proporción indicada por el fabricante de las pinturas. No se deberá usar gasolina para adelgazar las pinturas anticorrosivas y aceites.

c) El Supervisor hará que se corrijan todos los defectos. El Contratista suplirá lija, masilla, diluyentes, pinturas, herramientas, etc. para efectuar todas aquellas reparaciones que demande el Supervisor. Los costos en que se incurran en concepto de reparaciones de trabajos de pinturas por mala aplicación de los materiales, marcas no autorizadas, materiales defectuosos, mano de obra no calificada o por no seguir las instrucciones del fabricante para aplicar sus productos, serán por cuenta del Contratista, no teniendo derecho a ningún reembolso por gastos adicionales.

d) Requisitos para la pintura de aceite

- La pintura de aceite cumplirá con las siguientes características:
- La pintura no deberá mostrar sedimentación del pigmento a la hora de abrir el envase; deberá ser homogénea y fácil de disgregar con una paleta hasta conseguir una condición suave y uniforme. No deberá presentar natas, ni separación de vehículo y pigmento, así como tampoco formación de grumos.
- La pintura no deberá perder sus características, ni mostrar un grado excesivo de natas al ser almacenada. En ningún caso se permitirá pintura con más de tres meses de fabricada.



- No deberá agrietarse, ni producir ampollas (abombamiento), ni desprenderse cuando se haya aplicado adecuadamente.
- Deberá ser resistente a la abrasión (desgaste) y a los cambios de temperatura, manteniendo un acabado uniforme durante su vida útil.
- Deberá tener un cubrimiento húmedo a la hora de aplicarse con brocha de no menos de 10 m<sup>2</sup>/litro en cualquier superficie; su aplicación debe ser satisfactoria y la superficie pintada no deberá mostrar escurrimientos.
- La pintura debe ser compatible con el solvente especificado por la fábrica que la suministre.
- El tiempo de secado duro será de 8 horas máximo, en condiciones normales de humedad y temperatura.
- La viscosidad de la pintura, de acuerdo con el Ensayo ASTM-D562.
- El peso específico de la pintura no deberá ser menor de 1,2 kg/litro.

### **Aceras y andenes**

- a) Las aceras perimetrales a las casetas serán de losas de concreto de 175.77 kg/cm<sup>2</sup> (2,500 PSI) con una proporción 1:2:4, de 80 cm de ancho (sección de la acera) x 3" de espesor x 1 metro de largo, con una separación de 2 centímetros entre losas, rellenas con mortero pobre de 1:7. La superficie de la acera será con fino integrado sisado cada metro. Las baldosas de concretos serán colocadas de forma monolíticas sin exceder una longitud mayor de 2m.
- b) El suelo bajo las losas de concreto deberá compactarse a un mínimo del 95% Próctor Standard, antes de colocar el concreto, el suelo deberá estar libre de protuberancias, ratoneras o huecos, bien alineados evitando siempre ondulaciones tanto horizontales y verticales.
- c) Una vez, finalizados los trabajos se hará una limpieza general del sitio para que quede listo para la entrega final con la previa autorización del Supervisor.

### **Equipos del bombeo**

a) Los equipos de bombeo solicitados serán utilizados en pozos profundos para la extracción de agua potable para consumo humano. Las bombas deberán cumplir con las normas ANSI/ AWWA E101.88; DINW-NR-14301 y o cualquier otra norma que las iguale o supere.

### **Bombas sumergibles**

- Los tazones de succión, descarga e intermedios de las bombas, serán de hierro fundido de grano fino, acero inoxidable o hierro dúctil y deberán cumplir con las normas ASTM A48 clase 30 para hierro fundido, AISI 316 SS o AISI 304 para acero inoxidable. Los mismos tendrán una resistencia mínima a la tensión de 30,000 libras por pulgadas cuadradas y estarán libres de ampollas, picaduras y cualquier otro defecto de fabricación. Deberán ser maquinados con precisión y ajustados a dimensiones exactas. Para los tazones de hierro fundido los pasajes de agua deberán estar recubiertos de esmalte de porcelana para reducir al mínimo las pérdidas por fricción. La unión entre tazones de las bombas mayores de seis (6") pulgadas serán por medio de pernos de acero inoxidable.

a) Los impulsores serán del tipo cerrado, de bronce ASTM B584 aleación C83800 o SAE 40, con alto grado de calidad, o acero inoxidable AISI 316 SS, los mismos deberán estar balanceados estática y dinámicamente y deberán estar asegurados al eje de la bomba mediante bujes cónicos de acero inoxidable clase 416 SS.

b) Los tazones deberán ser de hierro dúctil, o de acero inoxidable y los tazones de las bombas deberán ser reforzados con pernos de acero inoxidables.

c) El eje de la bomba será de acero inoxidable A582, clase 416, torneado y pulido y deberá ser rectificado previo al armado de la unidad impulsora.

d) La unión del motor y la bomba deberá ser de un material anticorrosivo capaz de transmitir y soportar el momento de torsión y el empuje de la unidad en ambas direcciones sin sufrir deformación alguna. Esta unión será del tipo NEMA y deberá traer el acoplamiento que une al eje de la bomba con el rotor del motor el cual debe ser del tipo estriado. En la unión de la bomba-motor deberá venir un tamiz o colador metálico

de acero inoxidable que evite la entrada de materiales sólidos que pudieran afectar la eficiencia o el funcionamiento correcto de la unidad impulsora.

e) Se deberá grabar en todos los tazones e impulsores, el modelo de los mismos, y el equipo de bombeo ya ensamblado deberá traer asegurada firmemente una placa metálica con la grabación del caudal, la carga total dinámica, la marca, el modelo y el número de serie de la bomba.

f) Las ofertas deberán traer las curvas características de funcionamiento de las bombas certificadas por el fabricante para cada una de los modelos a suministrar, mostrando caudal-carga total, eficiencia, potencia requerida, correspondientes a la velocidad real de rotación del motor. También se deberá especificar la potencia máxima demandada, el caudal y la carga relacionada, así como el diámetro exacto de los impulsores. En las curvas características de la bomba seleccionada deberá estar marcado el punto de operación para los parámetros de carga y caudal especificados en la licitación, que muestre claramente la eficiencia correspondiente de la bomba.

g) Los requerimientos de potencia de la bomba en el punto de menor carga total dinámica no deben sobrepasar la potencia del motor especificado, sin hacer uso del factor de servicio del mismo.

h) La eficiencia de la bomba no será menor del 70% en su punto de operación.

i) Los cojinetes de todos los tazones serán de bronce o acero inoxidable de alta resistencia a la fricción y maquinados con precisión para evitar desalineamiento del equipo ya ensamblado o de neopreno de calidad industrial especialmente diseñados para este tipo de bombas.

j) Las bomba sumergible tendrán en la succión y en la descarga, retenedores de arena, los cuales serán fabricados de bronce de alta resistencia a la fricción (sandcollars).

### **Cabezales o plato de descarga**

a) Consistirá de un plato de soporte de dieciocho (18") pulgadas como mínimo de diámetro exterior y espesor no menor de una pulgada, también puede ser cuadrado de

18" de lado como mínimo, unido a un codo de radio largo de 90 grados con el extremo de salida con brida roscada, que en conjunto deberán tener la capacidad de soportar la carga estática y dinámica del equipo de bombeo. A ambos lados de dicho codo, la placa soporte tendrá una perforación con tubo soldado 5/8" de 1 1/2" de largo con rosca hembra.

b) Deberán ser de hierro fundido que cumpla con la Norma ASTM A48 Clase 30 y cumplir con las recomendaciones de ANSI/AWWA E-101-97 y sus recientes correcciones, provisto de una boca de descarga bridada, según ASA 125.

c) Los platos de soporte tendrán agujeros que permitan la introducción de una tubería de PVC de una (1) pulgada, la cual será utilizada como tubo piezométrico. Además, estará provisto de asas fundidas integralmente con el cuerpo para el izado de la bomba.

d) La base de soporte del cabezal de descarga será lo suficientemente resistente para izar todo el equipo de bombeo incluyendo la tubería de columna llena de agua. Será provista de cuatro perforaciones para los pernos de anclaje de la fundación, así como de una perforación roscada que permita la instalación de la tubería de drenaje.

### **Banco de capacitores**

a) El Banco de Capacitores debe ser el adecuado para compensar el factor de potencia requerido para el motor y debe venir conectado al sistema de arranque o, en caso contrario, venir listo para su conexión en una determinada bornera en el panel de control eléctrico con su cable eléctrico y conforme a la capacidad del Banco en KVAR, además se utilizara el modelo CL2-FPT.

b) El Banco de Capacitores debe tener su Interruptor Seccionador Principal trifásico y mandos incorporados. Debe tener señales luminosas de operación color verde y poseer un relé de protección contra sobre voltaje mayores de 10% del valor nominal de voltaje del capacitor que controle al cortador de accionamiento del capacitor, para evitar explosiones por sobre voltajes.

c) Debe de ser instalado en un gabinete independiente modelo 355 23 y ser conectado al panel general, entre el interruptor termomagnético y el contactor de línea y

deberá traer sus fusibles de protección con su seccionador trifásico (fusible es la mejor protección para condensadores). Se instalarán bobinas si el fabricante del Módulo Programable lo recomienda.

d) El banco de capacitores podrá venir integrado en el mismo gabinete de los arrancadores.

e) Los Contactores del banco deben tener intertrabamiento con los Contactores de línea del arrancador, de tal forma que ambos juegos de Contactores sean conectados y desconectados al mismo tiempo (no conectar el motor y los condensadores directamente).

f) El banco de compensación (capacitores para mejorar el factor de potencia) debe de energizarse cuando el motor ya ha arrancado y el arrancador está desconectado por el contactor de bypass y el banco de compensación debe desconectarse cuando se pulse el botón de paro, de forma tal que primero se desconecta el banco de compensación y luego se conecta el arrancador abriendo sus contactos de bypass. El banco de compensación no debe de estar conectado cuando el arrancador esté trabajando (en el arranque y en el paro).

### **Cables sumergibles**

Los cables de alimentación de los motores serán del tipo plano (flat jacketed), propio para instalaciones en contacto permanente con el agua. Los cables de alimentación del motor deberán ser de tres guías para condiciones de servicio de 600 voltios con aislamiento para 60° C, resistente a la humedad. La longitud y el tamaño o número del cable serán los indicados en diagrama unifilar y plano de acometida de las bombas. Cada conductor del cable deberá estar forrado con un aislamiento de hule o neopreno y el conjunto de los tres conductores estará recubierto de un forro de PVC de alta densidad y alta resistencia mecánica y de gran aislamiento eléctrico para la temperatura establecida.

### **Tubería de columna de descarga**

La tubería de columna será de acero Cédula 40, soldada, con soldadura tipo\_ERW y deberá cumplir con la norma ASTM A53 Grado B; La tubería será suministrada en

secciones intercambiables de 20 pies (6.095 metros), con roscas en ambos extremos (ocho hilos por pulgadas) y con sus camisas de unión. Los extremos de cada sección de la tubería deberán ser paralelos y las roscas maquinadas para que los extremos sean perfectamente ensamblados a tope sin crear tensiones en su estructura.

### **Monitor de temperatura del motor**

Los motores eléctricos sumergibles serán protegidos con un sistema computarizado tipo SubMonitor y compatible con el tipo de motor ofertado para detectar desde el exterior el sobrecalentamiento directamente en el embobinado del motor, el cual será suministrado como parte al equipo de bombeo sumergibles.

### **Tubería de columna de descarga**

a) La tubería de columna será de acero Cédula 40, soldada, con soldadura tipo ERW y deberá cumplir con la norma ASTM A53 Grado B; La tubería será suministrada en secciones intercambiables de 10 pies (3.048 metros), con roscas en ambos extremos (ocho hilos por pulgadas) y con sus camisas de unión. Los extremos de cada sección de la tubería deberán ser paralelos y las roscas maquinadas a tal grado que los extremos sean ensamblados a tope contra las caras (superior e inferior) de las porta chumaceras (arañas).

b) La tubería de columna solicitada para los equipos de bombeo tipo turbina vertical comprende el suministro del conjunto completo conformado por la tubería propiamente dicha, la camisa de unión, porta, chumacera, eje, mangas y acople de eje.

### **Ejes de columna**

a) Los ejes de la columna deberán ser fabricados de acero conforme la norma ASTM A108 clase 1045 y tener una superficie acabada que no exceda RMS 40 (ANSI B.46.1 – Textura superficial). Los ejes deberán ser suministrados en secciones intercambiables de diez (10´) pies de longitud. Para asegurar el alineamiento preciso de los ejes, ellos deben ser totalmente rectos con una lectura total en el indicador dentro

de 0.005 pulgadas, para cada sección de 10 pies, las caras de los extremos deben ser maquinadas en ángulo recto con la línea central de los tramos de ejes.

b) Los ejes tienen que ser entregados ya rectificadas, maquinados, pulidos y que no sufran deformaciones, debidamente embalados en cajas de madera y con las roscas protegidas, para evitar daños en su manejo y transporte.

### **Mangas de los ejes de columna**

Los ejes de la columna tendrán mangas (sleeves) de acero inoxidable clase 304 de ocho (8") pulgadas de longitud mínima del tipo intercambiable. Estas serán ubicadas en el extremo de cada eje de columna donde se localiza la chumacera.

### **Chumaceras**

Las chumaceras (arañas) deberán ser de bronce; estarán ubicadas en cada unión de tubería de columna y tendrán tres cuartos (3/4") de pulgada de alto.- El alto de la chumacera y la longitud de la tubería de columna de 10 pies deberán completar ciento veinte (120") pulgadas exactas.

Los porta chumaceras o cojinetes irán alojados en las chumaceras y serán fabricados de neopreno, provistos de canales helicoidales que permitan la lubricación de las mismas.

### **Arrancadores eléctricos suaves**

- a) Esta especificación se refiere a arrancadores electrónicos trifásicos con puente rectificador del tipo de 6 tiristores incluyendo contactores de bypass.
- b) El arrancador asegurará el arranque y parada de motores asíncronos de jaula de ardilla, normalizados IEC o Nema indistintamente. Los posibles modos de parada serán: rueda libre, frenada o desaceleración.

- c) El arrancador suave (SoftStarter) debe contener contactor de bypass para desconectar el arrancador una vez que el motor ha arrancado y para conectar el arrancador cuando se pulse el botón de paro.
- d) El arrancador electrónico estará desarrollado y calificado en conformidad con los estándares internacionales y, en particular, con el estándar de producto EN/IEC 60947-4-2 para arrancadores.
- e) En lo que se refiere a la compatibilidad electromagnética, el arrancador estará conforme al nivel tipo A para emisiones radiadas y conducidas como se especifica en el Standard de producto EN/IEC 60947-4-2, y esto se aplicará a todas las funciones Standard del arrancador. La Clase B será posible con accesorios adicionales y solamente se aplica a arrancadores con una corriente nominal que no exceda 170 A.
- f) El arrancador deberá estar certificado por las normas UL 508 y CSA referentes a "Equipos Industriales de Control".
- g) La planta de fabricación del arrancador electrónico deberá estar certificada bajo ISO 9001 versión 2000 e ISO 14001.
- h) La garantía será de 12 meses y será ofrecida desde la fecha de entrega.
- i) El principio de operación del arrancador permitirá la limitación de corriente durante las fases transitorias, pero siempre sobre un control del torque motor. El arrancador estará provisto con una rampa de control de torque a través de la fase de aceleración. Por lo tanto, podrá controlar el torque a través de toda la fase de arranque y, si es necesario, proveerá torque constante al motor durante toda la fase de aceleración.
- j) Para aplicaciones de bombeo, la desaceleración tendrá una rampa de torque.
- k) Todos los arrancadores tendrán las tarjetas de control de acuerdo a cada potencia.
- l) La tarjeta de control deberá ser idéntica para todas las aplicaciones, asegurando la protección del mismo. Aún en aplicación de contactor de bypass.



- m) Los bornes de entrada de potencia estarán ubicados en la parte superior del arrancador y los bornes del motor en la parte inferior.
- n) Todos los calibres del arrancador tendrán una segunda bornera para realizar la conexión del contactor de bypass. Las mediciones de la corriente del motor serán mantenidas con el arrancador en bypass.
- o) Las borneras de control para los comandos lógicos y analógicos serán removibles.

### **Medio ambientes**

- a) El arrancador será capaz de operar, sin desclasificación, en un rango de temperatura ambiente entre + 10 y + 40°C. Entre 40 y 60°C, con un factor de desclasificación del 2% por cada grado centígrado por arriba de 40°C.
- b) La máxima humedad relativa será del 95%, sin condensación o goteo, conforme a los Standard IEC 60947-4-2.
- c) El rango de temperatura para almacenamiento puede estar entre +10°C y +50°C.
- d) La máxima altitud de operación serán 1000 metros (3,280 pies). Por encima de este valor, el arrancador será desclasificado un 2.2% por cada 100 metros.
- e) Los arrancadores deben ser contruidos para ambiente tropical incorporándoseles ventiladores para refrigeración, deberá evitarse la operación continua del ventilador y deberán ser activados automáticamente en relación a la temperatura del disipador.
- f) El máximo grado de polución ambiente será grado 3 conforme a IEC 60664-1 (o IEC 60947-4-2).
- g) El fabricante proveerá los diagramas de conexión de los arrancadores e información técnica en inglés y español.

h) La distancia máxima entre el arrancador y el motor estará indicada en cada aplicación y debe incluirse el calibre y el tipo de conductor eléctrico recomendado por el fabricante del arrancador y los accesorios y filtros necesarios según cada aplicación.

### **Caja bornera**

La caja bornera es un gabinete de 1 pie x 2 pies para la protección de la interconexión de cables eléctricos de la acometida, con sus respectivos aisladores de conexión.

### **Panel centro de carga**

Será un pequeño centro de carga directamente alimentado desde los bornes del transformador de Unión FENOSA e independiente del Interruptor del arrancador. Este pequeño centro de carga reemplazará a tres componentes individuales: el Transformador, el Interruptor Principal y el Interruptor de Centros de Cargas monofásicos combinando todo en un mismo gabinete. De este gabinete se alimentará el sistema de iluminación 110/220 V, y el sistema de cloración.

### **Cables para electrodos**

Los cables para electrodos pueden ser tipo SWPC y cumplir con la norma UL – 83 o similar.- Se deben suministrar en la cantidad indicada en La Lista de Cantidades y Actividades para cada uno de los equipos de bombeo de eje vertical y sumergible.

### **Electrodos**

Los Electrodos Sumergibles pueden ser Tipo 5T68 223 o similar con sus cables de interconexión entre los Electrodos y el Relé.

### **Sarta y sus accesorios para conexión de bombas**

a) Estos Accesorios, deberán estar de acuerdo al American National Standard for Ductile-Iron and Gray-Iron Fittings, 3 in Through 48 In, for Water and Other liquids, designación ANSI/AWWA C110/A21.10-87 (última versión). o la International Organization for Standardization ISO 2531 o cualquier norma internacional equivalente, que satisfaga los requerimientos de dimensiones, presiones y control de calidad.

b) Los Accesorios de Extremos Bridados serán diseñados para una presión de trabajo de 125 PSI, Las bridas serán conforme a la Especificación ANSI B-16.1-75 y deberán traer sus respectivos compañeros de bridas de Ho. Fo. con sus empaques de caucho, pernos y tuercas de acero con tratamiento especial anticorrosivo, tal como una protección a base de cadmio.

### **Válvulas de retención (Cheque) horizontal**

Las válvulas de retención horizontal para tuberías de hierro fundido y galvanizado deberán ser de montaje axial que cumplan con la norma AWWA C508 para materiales. Las válvulas serán de hierro fundido, montadas en bronce, de un solo disco, presión de trabajo (105 m.c.a.), ensayado hidrostáticamente a 210 m.c.a. Los extremos deberán ser bridas de 126 libras, conforme a la norma ANSI B.16.1 y diseñadas para satisfacer los requerimientos siguientes:

- a) Cuando no hay flujo en la línea, el disco deberá colgar suavemente apoyado contra su asiento, en una posición prácticamente vertical. Cuando está abierto, el disco deberá girar dejando el paso de agua completamente libre.
- b) Deberán tener el anillo del asiento de bronce, y el anillo de cuerpo, pasadores alargados de engozne de bronce, y bornes de bronce en los pernos de los tomillos.
- c) Deberán ser construidas de tal manera que el disco y el asiento del cuerpo puedan ser retirados fácilmente y reemplazados sin retirar la válvula de la línea. Las válvulas deben ser dotadas de un brazo engoznado con un resorte y palanca exterior.

### **Válvulas de compuerta con bridas**

- a) Serán fabricadas conforme a las Normas AWWA C – 509 en su última revisión, de hierro fundido ASTM A 126, compuerta de doble disco, asientos paralelos de bronce, vástago de bronce no levadizo con cierre en el sentido de las manecillas del reloj.
- b) Las válvulas vendrán provistas de rueda con cierre en el sentido de las agujas del reloj para operarlas; interior y exteriormente llevarán un revestimiento protector y tendrán bridas en los extremos, según especificaciones ANSI B – 16.1 CLASE – 125

con sus respectivos compañeros de brida de Hierro Fundido, con rosca hilo soldable, pernos con sus tuercas y empaques.

c) Deberán ser diseñadas para soportar una presión de trabajo no menor de 125 PSI.

### **Válvulas de aire y vacío**

a) El flotador deberá ser de acero inoxidable diseñado para soportar una fatiga de 70bar o más. Las válvulas deberán ser protegidas contra la corrosión, con una capa gruesa de minio TTP86 tipo IV, o similar.

b) Todos los materiales empleados en la fabricación de las válvulas deberán cumplir con las especificaciones siguientes:

- Cuerpo, Cubierta y Deflector: de Hierro fundido A.S.T.M. A 48 Clase 30.
- Flotador: de acero inoxidable A.S.T.M. A 240
- Asiento: Hule con Nitrilo

c) Deberán ser diseñadas para una presión de trabajo de 125 psi. y deberán tener extremos de rosca. Su instalación incluye caja de concreto típica para medidor de agua potable.

### **Válvulas de seguridad o alivio**

Deberán ser de hierro fundido diseñadas para agua fría y presión de trabajo mínima de 125 PSI. Serán operadas hidráulicamente, por medio de diafragma y susceptibles de ajustes o regulación.

El rango para ajuste de presión deberá ser de 10 a 100 PSI. Deberán tener bridas en los dos extremos ANSI B.16.1 – 1960, con sus compañeros de bridas soldables y pernos con sus tuercas y empaques.

Todas las válvulas de pase de la sarta deberán ser instaladas con su respectiva volante para su operación.

### **Macromedidores**

- a) Los medidores serán del tipo turbina Woltman, de lectura directa en sistema métrico, con cuerpos de hierro fundido, tapa de plástico, registro del tipo seco, con regulador interior, con sello de alambre para el regulador. La transmisión será magnética, que asegura la separación total entre la cámara de medición (parte húmeda del medidor) y la cápsula del registro (parte seca), sin lugar a filtraciones. El movimiento de la turbina se transmitirá al tren de engranajes del registro por medio de un campo magnético.
- b) El registro será del tipo seco, protegido en una cápsula, de cierre hermético a la humedad y el polvo, que no presente vaho al funcionar, y con una garantía de funcionamiento no menor a cinco (5) años. Si se presentan fallos en el periodo de garantía, el fabricante deberá reemplazar el registro sin costo alguno para ENACAL.
- c) La parte superior de la cápsula será de vidrio o plástico de ingeniería, de alta resistencia al impacto y a la abrasión, higroscópico. La base de la cápsula podrá ser de aleación de bronce o de plástico resistente.
- d) La cápsula estará firmemente unida al cuerpo del medidor, mediante un sistema de cierre, que dificulte su remoción, para que no pueda ser removida, a menos que el medidor sea removido de la línea y que su parte superior sea también removida, rompiendo el sello de plomo o el alambre que lo protege. Se valorará especialmente que los anillos de sujeción con cierres que no permitan el desacoplamiento de la parte superior con una simple presión y giro manual una vez roto el sello de alambre.
- e) La cápsula y el juego de engranajes contenidos en la misma, no estarán en contacto con el agua que está siendo medida, debiendo, por lo tanto, estar separados de la cámara de medición por una placa, plataforma o cuna de plástico de ingeniería o de una aleación de bronce o de otro material apropiado, anticorrosivo, fijada convenientemente para resistir la presión normal de operación del medidor, en la cámara de medición, que será menor de 150 PSI /10 bares, conforme a lo establecido en estas especificaciones, sin sufrir deformaciones o permitir filtraciones.

- f) La carátula del registro deberá tener acabado tipo porcelana o de esmalte sintético secado al horno. Serán aceptadas también de material plástico de ingeniería, de una calidad que asegure un largo y eficiente trabajo.
- g) El tren de engranajes deberá estar fuera del agua, localizado en la sección seca del medidor. Si el tren de engranajes estuviere localizado en la sección seca, fuera del contacto con el agua, sus materiales de ejes, piñones y engranajes podrán ser fabricados en cualquier material que sea apropiado al tipo de trabajo a que serán sometidos, sin sufrir deformaciones, dentro de las temperaturas límites, no pudiéndose usar combinaciones de materiales entre piñones y engranajes.
- h) La lectura será del tipo recta, con rodillos de cifras saltantes y esferas para lecturas bajas. El totalizador mostrará valores en metros cúbicos y litros. Los números que indiquen metros cúbicos vendrán en distinto color de los que indiquen litros o fracción de metros cúbicos. Para los medidores de diámetro menor o igual a 125 mm (5"), la capacidad máxima de registro será de 999.999,999 m<sup>3</sup> y la indicación mínima del dígito inicial será de 0.001 m<sup>3</sup>. Para los medidores con diámetro entre 150mm (6") y 300 mm (12"), la capacidad máxima de registro ascenderá a 9.999.999,99 m<sup>3</sup>, mientras que la indicación mínima del dígito inicial será de 0.01.
- i) El caudal nominal ( $Q_n$ ) es el caudal que transcurre por el medidor, con una pérdida de presión máxima de 1 bar (10 m.c.a) a 700 mm de mercurio de presión atmosférica, para el cual se garantiza que funcione de manera satisfactoria en condiciones normales de uso, es decir, de flujo estable o intermitente. Su valor es la mitad del caudal máximo ( $Q_{max}$ ), presente durante 4 o 5 minutos de tiempo, en el cual el medidor debe funcionar de manera satisfactoria. El caudal nominal está relacionado con el diámetro nominal o tamaño del medidor en la forma indicada en la tabla siguiente.

### Tamaño del medidor

Diámetro del medidor DN	Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)
2" (50 mm)	15
2½" (65 mm)	25
3" (80 mm)	40
4" (100 mm)	60
5" (125 mm)	100
6" (150 mm)	150
8" (200 mm)	250
10" (250 mm)	400
12" (300 mm)	600

Fuente: propia (2019)

j) El caudal mínimo ( $Q_{min}$ ) es el caudal más bajo al cual se espera que el medidor muestre lecturas dentro de la tolerancia de error máximo permisible. Para los medidores clase B de las capacidades especificadas en la licitación es equivalente a  $0.03 Q_n$ .

k) El caudal de transición ( $Q_t$ ) es el caudal al cual el error máximo permisible cambia de valor. Se expresa en función de  $Q_n$ . Para los medidores clase B de las capacidades especificadas en esta licitación es equivalente a  $0.2 Q_n$ .

l) Las conexiones serán de tipo brida (flange). Las bridas de los medidores serán redondas para todos los diámetros. La superficie y los agujeros se ajustarán a las especificaciones de la Clase 125 ANSI B 16.1. Los medidores maestros deberán marcarse clara e indeleblemente de la forma indicada en la tabla adjunta.

## Marcación de medidores

Marca	Tipo de Marco	Lugar de la Marca
Tamaño nominal	Fundido en alto relieve	En un lado del cuerpo
Dirección de la corriente	Flecha en alto relieve	En un lado del cuerpo
Marca del Fabricante	En alto o bajo relieve	En la tapa protectora o en la caratula del registro
Número de Serie	En bajo relieve	En la tapa del medidor , al lado del tornillo de regulación
Año de Fabricación	Tinta indeleble	Caratula del registro
Sentido de la regulación	Fundido en alto o bajo relieve	En el cuerpo del medidor, al lado del tornillo de regulación.

Fuente: Propia (2019)

m) El cuerpo será de hierro fundido con tratamiento anticorrosivo. La fundición no deberá ser reparada, soldada ni calcinada.

n) El medidor deberá ser diseñado de manera que sus partes internas puedan ser removidas, sin tener que desmontarlo de la tubería.

o) La tapa de registro será de una aleación de bronce o de plástico técnico apropiado.

p) La turbina deberá ser de plástico de alta resistencia o de caucho endurecido, con la suficiente rigidez y resistencia para ser operadas a la capacidad nominal de flujo. Estará montada o rotará sobre un eje de una aleación de fósforo y bronce, acero inoxidable o de otro tipo de metal apropiado y estará soportada por cojinetes de bola o de otro tipo adecuado. El material de la turbina deberá tener una gravedad específica aproximadamente igual a la del agua. Deberá tener suficiente estabilidad dimensional para soportar condiciones de trabajo a temperaturas hasta de 27° C / 80° F, y no deberá sufrir alteraciones o deformaciones cuando se expone a temperaturas de operación de 40° C / 100° F.

q) Los tornillos de la caja de registro deben estar perforados para alojar los sellos de alambre y deberán tener un diámetro mínimo de 3/32 de pulgada.

r) El medidor deberá ser apropiado para funcionar a una temperatura máxima de operación de aproximadamente ° C / 100° F, sin sufrir alteraciones en sus características de funcionamiento ni deformación alguna en sus piezas.



s) Con las particularidades aquí especificadas, son aceptables los medidores fabricados bajo las normas Europeas equivalentes a ANSI/AWWA C708 última edición, ISO 4064 I/II/III y la norma regional armonizada CAPRE-ANDESAPA 011-1993.

### **Manómetros**

Serán de 0 -200 PSI, sistema Bourdon, con tubo de bronce fosforado, tipo ASHCROTT DURAGAGE AND ACCESORIES, similares a los manufacturados por Maming, Maxwell y More, Inc. Stroford, Comertiend, U.S.A. La escala circular de 4 - ½" diámetro, carátula blanca, números negros en PSI y en pies de columna de agua. El conjunto motriz será de acero inoxidable con cojinetes y piñones de nylon. El sistema estará encapsulado en glicerina u otro líquido similar para asegurar una mayor durabilidad de su funcionamiento, protegiéndolo contra las variaciones bruscas y excesivas de presión.

### **Concreto colado en el Sitio:**

a) Todo el concreto simple y reforzado colado en el sitio debe mostrarse en los planos e incluye el concreto de:

- Cabezales
- Construcción de Tanques de Almacenamiento
- Pozos de Visita
- Construcción de Casetas
- Andenes
- Aceras y Cunetas
- Reposición de losas y demás elementos secundarios de concreto.

b) El trabajo que el CONTRATISTA realizará incluye el suministro de todos los materiales, toda la supervisión, mano de obra, equipos, herramientas, suministros y todas las otras cosas necesarias para la ejecución y conclusión satisfactoria de todos los trabajos especificados en esta sección.

c) Reparación de defectos e imperfecciones del concreto

d) Remoción de estructuras existentes, protección de otras estructuras, disposición de material sobrante y mampostería.

### **Garantía de calidad**

- a) Colar el concreto en el sitio, de conformidad con ACI 318 versión más reciente.
- b) Las pruebas se harán de acuerdo a ACI 318.

### **Inspecciones y pruebas**

- a) Avisar al LA FIRMA SUPERVISORA con 24 horas de anticipación antes de completar los refuerzos de concreto para una inspección.
- b) Dar el tiempo suficiente para la inspección y el trabajo correctivo, si es necesario, antes de programar la colocación del concreto.
- c) Por cada 10 m<sup>3</sup> o menos de cada clase de concreto colocado se tomarán cuatro (4) cilindros de prueba de concreto para pruebas que corresponden a los 7, 14 y 28 días más el cilindro testigo y deberá cumplir con ASTM C39, en su última versión.
- d) Se tomará una prueba de revenimiento y una prueba de contenido de aire, por cada juego de cilindros de prueba tomados.
- e) Pruebas adicionales de revenimiento pueden tomarse según sea necesario para verificar la calidad del concreto.
- f) El CONTRATISTA asumirá los costos por las otras pruebas necesarias debido a materiales, mano de obra o procesos defectuosos.
- g) El muestreo, inspección y prueba del concreto deberá realizarse por un laboratorio de materiales aprobado por ENACAL.
- h) El Contratista asumirá los costos para todas las pruebas.

### **Materiales de concreto**

- a) Cemento Pórtland de tipo GU (normal) de conformidad con ASTM C-150. Deberá de llegar al sitio de la obra, en sus envases originales y enteros, deberá ser completamente fresco sin mostrar evidencias de endurecimiento. Deberá de almacenarse en bodega seca, sobre tarimas de madera en estibas de no más de diez (10) sacos.

- b) Agregados: Los agregados empleados en la mezcla del concreto deben ser clasificados según su tamaño y deben ser almacenados en forma ordenada para evitar que se ensucien, se revuelvan o se mezclen con materiales extraños. La piedra triturada debe estar limpia, a base de piedra sana, y cumplir en todo con las especificaciones ASTM C-33.
- c) Agregado Fino: de conformidad con la densidad normal del agregado fino, ASTM 33-61T/ ACI 318; última versión.
- d) Agregado Grueso: de conformidad con la densidad normal del agregado grueso, ASTM 33-61T/ ACI-318.
- e) Agua: limpia y sin cantidades perjudiciales de aceite, álcali, materia orgánica u otros materiales deletéreos.
- f) Los materiales deberán proporcionarse por peso.

### **Aditivos**

- a) Se permitirá usar en la mezcla del concreto aditivo apropiado para obtener una mayor plasticidad, densidad y trabajabilidad de la mezcla y para aumentar su resistencia final. Además, debe servir para retardar el fraguado inicial, de acuerdo a las condiciones del clima.
- b) De ninguna manera se podrán usar aditivos que contengan cloruro de calcio.
- c) El aditivo a usarse deberá ser previamente aprobado por LA FIRMA SUPERVISORA y en su empleo se seguirán las recomendaciones del fabricante. El aditivo debe llegar al sitio de construcción en sus envases originales, y cumplir en todo con las especificaciones ASTM C-494, en su última versión.

### **Mezclas de concreto**

- a) Suministrar el concreto mezclado de conformidad con los requisitos de ACI 318/ ASTM C-494
- b) Todo el concreto: resistencia compresiva mínima a los veintiocho (28) días, clase de cemento, contenido de cemento y relación de agua - cemento, magnitud máxima de

agregado grueso y asentamiento máximo deberán ser según lo descrito en la Tabla  
**Especificaciones de concreto A**

Tipo de Mezcla	Mínimo (Cemento) (Kg/M3) (lbs/pies3)	Relación Máxima Agua/Cemento	Tamaño Máxima agregado grueso (cm)(pulg)	Asenta Máx. Permisible (cm)	Res. Compresiva. Mínima, 28 días MPa (psi)
Estructura, total cajas, vigas, cimientos, losas de piso	400(25)	0.45	2.5 (1)	8.5(3.4")	24.1(3500)
Cabezales, bordillos, andenes, canales y otras obras menores etc.	335(21)	0.5	2.5 (1)	8.5(3.4")	20.7(3000)
Otros elementos concreto	320(20)	0.5	2.5 (1)	8.5(3.4")	17.2(2500)
Concreto ciclópeo.	290(18)	0.5	3.0 (1.2)	-----	13.8(2000)

Fuente: Propia (2019)

c) Para todo el concreto: el contenido de aire se muestra en la TABLA B:

#### Especificaciones de Concreto B:

Tamaño nominal de agregado grueso en concreto (pulgadas)	Contenido de aire en%
5.0 cm(2")	4
2.5 cm(1")	5
2.0 cm(3/4") o menos	6

Fuente: Propia (2019)

d) Concreto Ciclópeo: La piedra bolón deberá tener una resistencia mínima a la compresión normal a su plano, de 13.8 MPa (2000 PSI); una resistencia mínima a la compresión paralela a los planos, de 10.3 MPa (1500 PSI); una gravedad específica de 2.1 y un diámetro máximo de 30 cm (12 pulgadas).

e) Las piedras deberán humedecerse bien antes de ser utilizadas, con el fin de evitar mermas en el agua, durante el proceso de fraguado. Deberá utilizarse para la mezcla, una (1) parte de cemento y cuatro (4) partes de arena, las que en conjunto no deberán exceder del 25% del total del volumen, una vez agregada la piedra.

f) En caso de duda sobre la calidad del concreto a ser suministrado por el proveedor, LA FIRMA SUPERVISORA, a su juicio, puede ordenar al CONTRATISTA que no use en la obra concreto de ese Proveedor. El CONTRATISTA puede arreglar el suministro de un concreto aceptable sin compensación adicional o ampliación del plazo...

### **Mezclado**

a) Para garantizar la uniformidad, densidad y resistencia del concreto, los agregados deben proporcionarse adecuadamente por peso antes de introducirse en la mezcladora. Se permitirá usar el peso proporcional al volumen de agregado siempre y cuando se realicen tres (3) pruebas de peso específico por cada 10 m<sup>3</sup> de agregado en un laboratorio certificado y aprobado por LA FIRMA SUPERVISORA.

b) La cantidad de agregados deberá calcularse para usar en cada batida uno o más sacos completos de cemento. No se permitirán batidas en que se usen fragmentos o fracciones de sacos.

c) Los agregados y el cemento deben de mezclarse en una mezcladora de tipo adecuado y moderno. El tiempo mínimo de mezclado será de por lo menos 1 minuto para mezcladoras de 0.75 m<sup>3</sup> o menos. Para mezcladoras de mayor capacidad el tiempo de mezclado se incrementará en 15 segundos por m<sup>3</sup> o fracción de capacidad adicional.

d) El tiempo de mezclado se medirá a partir de que todos los materiales sólidos se encuentren en la mezcladora. Cada batida se cargará de tal manera que parte del agua

de mezclado se introduzca antes que el cemento y los agregados, y toda el agua requerida deberá de ser incorporada en la mezcla durante el primer cuarto de tiempo del mezclado.

### **Colocación del concreto**

- a) Se debe colocar el concreto de conformidad con los requisitos de ACI-318 /ASTM y de acuerdo a lo indicado en los planos.
- b) Todo el equipo de manipulación se mantendrá libre de concreto endurecido o material foráneo, y limpio antes de colocar el concreto.
- c) Avisar a LA FIRMA SUPERVISORA un mínimo de 24 horas antes de iniciar las operaciones de concreto.
- d) Asegurar que todas las anclas, asientos, placas y todos los artículos a ser colados en concreto estén fijamente colocados en su lugar y que no interferirán con la colocación del concreto.
- e) Mantener registros precisos de los artículos de concreto colados en el sitio. Registrar la fecha, ubicación de vaciado, cantidad, temperatura del aire y muestras de prueba tomadas.
- f) El concreto debe manejarse del mezclador al lugar de último depósito, de forma rápida y práctica usando los métodos que impidan la separación o pérdida de los ingredientes. El concreto deberá depositarse en las formas más cercanas a su posición final para evitar volver a manipularlo o que se corra. No se debe usar vibradores para mover el concreto. Bajo ninguna circunstancia se debe depositar en las formaletas el concreto que se ha endurecido parcialmente. Hay que tener cuidado para evitar la segregación.
- g) El concreto deberá de vibrarse en capas no mayores de 20 cm, y vibrarse de tal forma que permita al aire entrampado escapar a la superficie sin dejar cavidades interiores. El vaciado deberá de ser continuo entre las juntas de construcción previamente fijadas, las que deberán de prepararse de acuerdo a las indicaciones de los planos.

- h) Las superficies de concreto deben protegerse de la lluvia hasta que estén bien consolidadas.
- i) No se aceptarán huecos de curación (ratoneras) o escombros encontrados en el concreto.
- j) Quitar y reemplazar cualquier concreto defectuoso.
- k) En los lugares donde el concreto nuevo se empernará al existente, perforar agujeros en el concreto existente, insertar clavijas de acero y atibar sólidamente con lechada no-consolidada.

### **Curado y protección**

- a) Curar y proteger el concreto de acuerdo a ACI 318/ASTM.
- b) Después de la colocación del concreto deben de protegerse todas las superficies expuestas a los efectos de la intemperie sobre todo al sol. El curado deberá de iniciarse tan pronto el concreto haya endurecido suficientemente a criterio de LA FIRMA SUPERVISORA.
- c) Humedecer losas y pisos curados a ser pintados.
- d) Todo el concreto deberá mantenerse húmedo durante un mínimo de ocho (8) días después del vaciado. El CONTRATISTA deberá de acatar las indicaciones de LA FIRMA SUPERVISORA al respecto.
- e) Deben de evitarse todas las causas externas, cargas o vibraciones que puedan provocar el fisura miento del concreto sin fraguar o sin la resistencia adecuada.
- f) No se hará ningún lechado hasta que todos los materiales necesarios para la cura estén en el sitio y listos para usarse.

### **Acabado de superficies perfiladas**

- a) Alisar todas las superficies de concreto perfilado expuestas con repello y acabado fino conforme lo indique LA FIRMA SUPERVISORA.

b) Trabajar las imperfecciones en superficies perfiladas según ACI-318 y ASTM y la aprobación de LA FIRMA SUPERVISORA.

### **Concreto defectuoso**

a) El concreto que no cumpla con los requisitos de las Especificaciones y Planos debe considerarse concreto defectuoso.

b) Concreto que no cumpla con las líneas, detalle y pendiente especificados en este o según los planos deberá ser modificado y reemplazado por cuenta del CONTRATISTA y a satisfacción de LA FIRMA SUPERVISORA. Las líneas acabadas, dimensiones y superficies deben ser correctas y alineadas dentro de las tolerancias especificadas en éste y en la Sección de Entramado de estas especificaciones.

c) Todo concreto colocado incorrectamente consecuentemente tendrá ratoneras en exceso, y todas éstas y otros defectos en áreas importantes de tensión deberán repararse o sustituirse por cuenta del CONTRATISTA y a satisfacción de LA FIRMA SUPERVISORA.

### **Resanar**

a) Permitir que LA FIRMA SUPERVISORA inspeccione las superficies de concreto inmediatamente después de quitar los entramados.

b) Cualquier junta, hueco, cavidad de piedra u otras áreas defectuosas y agujeros de amarre imperfectos deberán resanarse inmediatamente antes de que el concreto esté completamente seco. Las áreas defectuosas deben ser cinceladas a una profundidad no menos de 40 mm con los bordes perpendiculares a la superficie. El área a ser resanada y un espacio de al menos 150 mm de ancho que lo rodee debe mojarse para impedir la absorción del agua del mortero de remiendo.

c) El remiendo debe hacerse del mismo material y en las mismas proporciones que se usaron para el concreto salvo que el agregado grueso debe omitirse, y el cemento agregado para igualar el color del concreto circundante. La cantidad de agua de la mezcla debe ser tan poca como sea consistente con los requisitos.



## **Refuerzo de Concreto**

- a) Esta sección incluye el suministro e instalación y, en general, todo el trabajo relacionado al acero de refuerzo, de acuerdo a indicaciones en los planos.
- b) Varillas de acero de refuerzo, barras de acero fabricadas o varillas de esteras para concreto fundido en el sitio, completar con amarres de alambre.
- c) Soportes, varillas de soporte, espaciadores: del tamaño adecuado para la resistencia y soporte del acero de refuerzo durante la construcción.

## **Garantía de calidad**

- a) Realizar el trabajo de refuerzo de concreto de conformidad con la ACI-318 última versión y del Reglamento Nacional de Construcción RNC-07, Título VIII, Capítulos 1, 2 y 3.
- b) Realizar la soldadura conforme The American Welding Society (AWS). Las deformaciones de las barras deberán de cumplir con las especificaciones ASTM A-615.

## **Inspección y pruebas**

Si LA FIRMA SUPERVISORA lo solicita, presentar una copia certificada del informe de las pruebas de mecánica del refuerzo suministrado, indicando los análisis físicos y químicos.

## **Entrega y almacenamiento**

- a) Entregar, manipular y almacenar el refuerzo de forma que se eviten los daños y la contaminación.
- b) Entregar las barras en manojos, claramente identificados con relación a los listados de varillas.

## **Materiales de refuerzo**

- a) Acero de Refuerzo: Grado 40, (40,000 PSI) de esfuerzo mínimo de fluencia; las varillas de acero simple deben cumplir con los requisitos de ACI 318 y ASTM A-615.

b) Las varillas empleadas en el refuerzo del concreto deberán ser barras deformadas según la especificación ASTM A-305.

### **Materiales suplementarios**

a) Alambre de amarre: tipo recalentado de 1.6 mm mínimo.

b) Silletas, varillas de soporte, espaciadores: del tamaño adecuado para la resistencia y soporte de acero de refuerzo durante la construcción.

### **Instalación**

a) Colocar el acero de refuerzo de conformidad con las ubicaciones mostradas en los dibujos revisados y con el ACI 318 y el Reglamento Nacional de Construcción RNC-07.Título VIII, Capítulos 1, 2 y 3.

b) Salvo indicación en contrario en los planos o por LA FIRMA SUPERVISORA, las barras quedarán separadas de la superficie del concreto por lo menos cinco (5) centímetros en las columnas y siete y medio (7.5) centímetros en los cimientos y pisos sobre el suelo.

c) La separación entre varillas paralelas será, como mínimo, igual a dos y medio (2.5) centímetros o una y media (1.5) veces el diámetro del mayor agregado grueso utilizado. La posición de las barras se ajustará a lo indicado en los planos. Se revisará la correcta disposición del acero de refuerzo, antes de proceder a la llena.

d) Soportar el refuerzo en forma adecuada y asegurarlo contra desplazamientos dentro de las tolerancias permitidas.

e) Proteger los refuerzos de acero con el espesor de concreto indicado en los dibujos. Cuando no están mostrados, cubrir el concreto según las instrucciones de LA FIRMA SUPERVISORA.

- f) Mantener la alineación de la siguiente manera:

***Alineación del acero***

Artículo	Tolerancia más o menos
Losa	5mm
otros miembros estructurales	10mm
Varilla de refuerzo y extremos	50mm

Fuente: Propia (2019)

**Recubrimiento**

- a) Antes de proceder al hormigonado, LA FIRMA SUPERVISORA revisará la correcta disposición del acero de refuerzo, los recubrimientos, soportes del refuerzo, etc., y anotará en la Bitácora todas las modificaciones ordenadas o autorizadas por él.
- b) La disposición, recubrimiento y distribución de las varillas de refuerzo, deberá de ajustarse a todo lo que se indique en los planos.

**Empalmes**

- a) Donde sea necesario hacer empalmes, estos deberán de hacerse de acuerdo y en los sitios indicados en los planos.
- b) Salvo indicado en los planos, el concreto debe envolver convenientemente los empalmes para transmitir los esfuerzos por adherencia y su espesor no será menor de dos (2) veces el diámetro de las barras.
- c) Cuando en los planos se indiquen empalmes por soldadura, se deberán de efectuar de acuerdo a las indicaciones de los mismos, y tienen prioridad respecto a los empalmes por adherencia.
- d) Los dobleces de los refuerzos, salvo indicación contraria en los planos, se harán con un radio superior a 3.0 veces su diámetro y las barras se doblarán en frío.

**Encofrado y formaletas para concreto**

- a) Formaletas para el concreto, piedras de cantera y andamio de soporte.

- b) Formaletas de madera y acero para el concreto colado en el sitio.
- c) Apuntalamiento, arriostramiento y anclaje.
- d) Aberturas en las formaletas para otros trabajos.
- e) Coordinar la instalación de los accesorios de concreto.
- f) Poner los pernos de anclajes, anclajes, manguitos, marcos y otros artículos dados por otros trabajos.
- g) Limpiar las formaletas montadas antes de colar el concreto.
- h) Quitar todas las formaletas y andamios de soporte.

### **Garantía de calidad**

- a) Construir y montar los encofrados y formaletas de acuerdo con lo aprobado por LA FIRMA SUPERVISORA y el Manual ACI 347 y todas las regulaciones de construcción aplicables. Todo el encofrado y las formaletas deben ser previamente aprobados por LA FIRMA SUPERVISORA.
  - b) Los diseños y detalles de las formaletas y entramados de soporte los debe realizar un profesional calificado.
- i. **Superficies expuestas:** Bordes cuadrados, paneles emparejados, alineado en plano, sin agujeros marcas o defectos de superficie.
  - ii. **Superficies no expuestas:** Bordes encuadrados de madera, plywood u otro material, adecuado para retener el concreto sin filtraciones o deformaciones.

### **Materiales de madera**

- a) Estarán sujetos a la aprobación de LA FIRMA SUPERVISORA, el plywood debe tener una cara sólida y se debe escoger la cara forrada de buena calidad, hojas sanas, sin daños y con bordes alineados.
- b) Madera: debe ser según las formaletas de trabajo y las Normas ACI-318.
- c) Los clavos, escarpas y grapas deben ser galvanizados o fosfatizados.

- d) Accesorios
  - i. Amarre de las Formaletas: deben ser de metal removibles, con desprendedor de largo fijo o ajustable; resistencia mínima de trabajo de 13kN cuando esta ensamblado; sin defectos que dejen agujeros más hondos de 40 mm en las superficies de concreto.
  - ii. Agente de desenganche de la formaleta: aceite mineral incoloro que no dejará manchas sobre el concreto o agente cohesionador natural o del color del revestimiento a usar sobre el concreto.
  - iii. Filetes chaflanados o de vértice: plástico troquelado, con el mayor largo posible, extremos de inglete.
  - iv. Cinta selladora: reforzada, adhesiva, polivinilo cloruro.

### **Montaje**

- a) Verificar las líneas, niveles y centros antes de proceder con la formaleta. Asegurar que las dimensiones concuerden con los planos.
- b) Construir los encofrados según el diseño y los requisitos reguladores, y producir un acabado del concreto de conformidad con las superficies, formas, líneas y dimensiones indicadas en los planos. Arreglar y ensamblar la formaleta de manera que permita quitarlo sin dañar el concreto.
- c) Alinear las juntas e impermeabilizarlas para prevenir la filtración de la pasta de cemento y la desfiguración del concreto. Mantener las juntas del molde a un mínimo.
- d) Obtener la autorización de LA FIRMA SUPERVISORA para usar formaletas de tierra. Sí se usan, recortar manualmente los lados y los fondos y quitar el material suelto antes de poner el concreto.
- e) Suministrar andamio para asegurar la estabilidad del encofrado y las formaletas. Apuntalar o fortalecer todas las partes construidas anteriormente propensas a ser sobrecargadas por las cargas de la construcción.
- f) Dar chaflán de 25 mm. En todas las esquinas internas y externas y los bordes del concreto expuesto a menos que se indique lo contrario.

- g) Las ranuras escurrideros, aberturas, canales y cajas de molde deben hacerse conforme los planos. Colocar las plantillas con el borde superior nivelado de acuerdo a las alturas necesarias.
- h) Comprobar y reajustar el entramado con las líneas y niveles requeridos durante la colocación del concreto.
- i) Tolerancia: Construir el encofrado de tal forma que en el colocado del concreto se produzcan las líneas y niveles dentro de las tolerancias especificadas en ACI 347.
- j) Artículos/ aberturas insertas/empotradas
  - i. Suministrar aberturas moldeadas donde sea necesario para tubos conductos manguitos y otros trabajos a ser empotrados en y atravesando los miembros del concreto. Localizar con precisión y fijar en su lugar artículos que deben ser colocados directamente en el concreto. Coordinar la instalación de accesorios de concreto.
  - ii. Dar porta o aberturas temporales en el entramado donde sea necesario para facilitar la limpieza e inspección. Ubicar las aberturas en el fondo de las formaletas para permitir que el agua de lavado se escurra.
  - iii. Cerrar las portas o aberturas temporales con paneles ajustados, lavar con la cara interior de las formaletas, fijadas nítidamente para que no haya filtración y para dar una superficie uniforme al concreto expuesto.

### **Control de calidad en el terreno**

- a) Revisar y comprobar el entramado y andamiaje realizado para asegurar que el trabajo se ha hecho según el diseño de entramado y que los soportes, sujetadores, cuñas, amarres y partes están seguros.
- b) Informar al LA FIRMA SUPERVISORA cuando el entramado está completo y se ha limpiado, para que haga la inspección, la que será para comprobar que los fondos de tierra estén limpios y que las formaletas estén limpias y sin escombros.

c) Permitir que LA FIRMA SUPERVISORA revise cada sección del entramado antes de volverlo a usar. El entramado puede usarse otra vez si LA FIRMA SUPERVISORA así lo aprueba.

d) Tolerancia: Construir el entramado de tal forma que en colado del concreto se produzcan las líneas y niveles dentro de las tolerancias especificadas en ACI 347.

### **Limpieza**

Limpiar las formaletas a medida que avanza el montaje para quitar cualquier material foráneo. Quitar cortaduras, acepilladuras y escombros del interior de las formaletas, (lavar completamente con agua) para quitar el resto de material foráneo.

### **Desencofrado**

a) Avisar a LA FIRMA SUPERVISORA antes de quitar los encofrados y las formaletas.

b) No quitar formaletas y andamiaje hasta que el concreto haya adquirido la suficiente resistencia para cargar su propio peso, más las cargas de la construcción y cargas de diseño que se le van a imponer. Verificar la resistencia del concreto mediante pruebas de compresión a satisfacción de LA FIRMA SUPERVISORA.

c) Aflojar las formaletas cuidadosamente sin dañar las superficies de concreto. No aplicar herramientas a superficies de concreto expuestas.

d) Dejar las formaletas aflojados en su lugar para protección hasta que se haya concluido el curado del concreto.

### **Mampostería**

a) El trabajo descrito en esta Sección comprende el suministro de todo material y la mano de obra necesaria para la completa terminación de paredes, bordillos, dinteles, etc., para canales y estructuras, todo de acuerdo con los planos y especificaciones.

b) El trabajo de esta Sección será debidamente coordinado con los demás oficios. Antes de tapar el trabajo de otras partes, el CONTRATISTA verificará que se hayan practicado todas las supervisiones necesarias y que se haya dado la aprobación.

## **Materiales**

- a) Mortero: La mezcla del mortero por volumen deberá ser la siguiente:
- Cemento Pórtland GU : 1
  - Cal hidratada : 1/4 a 1/2
  - Agregado, suelto húmedo : 2-1/4 o 3 veces la suma del volumen de cemento y cal usados.
- b) Los ladrillos de barro: deberán ser rectangulares, sólidos, bien cocidos, libres de quebraduras, rajaduras y perfectamente acabados.
- c) Los bloques de concreto deberán ser de 15 cm. x 20 cm. x 40 cm. (6" x 8" x 16") o según se indique en los planos.
- d) La piedra cantera a utilizarse deberá presentar una estructura compacta, granular uniforme, exenta de grietas, fracturas, planos de estratificación y de aristas bien cortadas, sus dimensiones deberán ser de 15 cm. x 40 cm. x 60 cm., al menos que la firma supervisora indique lo contrario.

## **Mampostería**

- a) Toda la mampostería deberá ser construida a plomo y escuadra, de acuerdo con las dimensiones y líneas generales indicadas en los planos; los muros deberán ser repellados y afinados y toda arista deberá rebajarse hasta lograr un radio de 0.025 m.
- b) Las uniones horizontales deberán ser efectuadas por medio de juntas de mortero uniformes de 1 cm (mínimo) de espesor, asimismo, las juntas verticales deben efectuarse con suficiente mezcla.
- c) El ladrillo deberá ser suficientemente mojado antes de su colocación, asegurando así una perfecta alianza del mortero al elemento.
- d) En la pegada del ladrillo deberán observarse las normas de construcción adecuadas para que resulte el trabajo perfecto.



e) Antes de colocar la hilada de piedra cantera, que quedará en contacto con el suelo deberá prepararse el mismo, quedando seco, limpio, sin agua estancada o ninguna corriente, y con una compactación adecuada. Si hubiese fisuras grietas etc., deberá excavar y rellenarse hasta una profundidad aprobada por LA FIRMA SUPERVISORA.

f) La piedra deberá humedecerse en la superficie de contacto antes de su colocación para que no absorba agua del mortero de la junta, y se colocará luego en posición perfectamente paralela al plano de la superficie que la conformará.

g) Una vez concluida la colocación de la mampostería, las superficies expuestas deberán humedecerse constantemente durante un período de tres (3) días.

### **Limpieza**

El trabajo debe mantenerse libre de todo exceso de material, así como morteros y derrame de concreto.

### **Repello y fino**

a) Se dará repello y fino según esté indicado en los planos. El repello no tendrá en ningún caso más de 1 cm. de espesor y se hará con una mezcla de cinco (5) partes de arena y una (1) parte de cemento y dos (2) de cal. El fino no tendrá más de 1/4 cm. de espesor y se dará con una mezcla igual a una (1) de cemento, dos (2) de cal y una (1) de arenilla.

b) Antes de repellar se deberán lavar y limpiar con cepillo las paredes. El repello se ejecutará con el mortero correspondiente tirado con fuerza con la paleta, extendiéndose la masa después con llana, cuidando de colocar previamente el número de maestras verticales, bien aplomadas y en línea necesaria para que resulte una superficie plana y que los vivos y aristas queden completamente rectos.

c) Las superficies de concreto antes de repellarse se deben picar completamente para asegurar la perfecta adhesión del mortero.

d) Los cajones usados para mezclar el mortero y las herramientas se mantendrán libres de materiales endurecidos. La cantidad de mezcla estará regulada de manera

que se use toda dentro de dos (2) horas después de hecha. No se permitirá ablandar un repello ya parcialmente endurecido.

e) NOTA: Toda la cal usada en fino deberá dejarse pudrir en agua por lo menos quince (15) días antes de ser utilizada.

### **Protección y cura del repello y fino**

a) El repello y fino deberá protegerse bien contra los efectos del sol y viento hasta que haya fraguado lo suficiente para permitir rociarlo con agua.

b) Las superficies afinadas deberán ser empapadas de agua por lo menos durante tres (3) días.

c) El repello de las paredes se llevará siempre hasta donde el plano lo indique.

d) El fino se terminará al mismo nivel de repello.

### **Tanque de almacenamiento**

#### **Movimiento de tierra**

El trabajo consiste en la preparación del sitio, nivelación, excavación y relleno, tal como es descrito en los planos, o razonablemente implicado en ellos. Se removerán también del sitio de la obra todas las piedras y cualquier obstáculo que pueda interferir con los trabajos de construcción. El Contratista tomara todas las preocupaciones necesarias para no causar daño a terceros en la eliminación de los desechos provenientes de esta operación.

#### **Construcción del tanque**

Consiste en suministro de los materiales, mano de obra, equipo, herramienta y demás complementos para suplir el concreto reforzado para suplir el concreto reforzado para esta obra de acuerdo a las Especificaciones subsiguientes y con los detalles que aparecen en los planos. Excepto cuando se especifique de otra forma, el concreto tendrá una resistencia a la compresión a los 28 días de 3,000 libras de compresión por pulgada cuadrada. Para todo concreto, la proporción de cemento, árido y agua necesaria para obtener la plasticidad y resistencia requerida, estará de acuerdo con las

Normas 613-54 del ACI. No se permitirá cambios en las proporciones sin la aprobación del Ingeniero.

## **Materiales**

El Cemento a emplearse en las mezclas de concreto será Cemento Portland Tipo 1, sujeto a las Especificaciones ASTM C-150. El Agregado Fino será Arena natural o manufacturada, dura, limpia y libre de todo material vegetal, mica o detrito de conchas marinas, sujeta a las Especificaciones ASTM-C-33-59. El Agregado Grueso será Piedra triturada o grava limpia, dura, durable y libre de todo recubrimiento, sujeta a Especificaciones ASTM-C33-61T. El tamaño más grande permitido del agregado será un quinto ( $1/5$ ) de la dimensión mínima de la formaleta de los elementos de concreto, otras cuarto ( $3/4$ ) del espaciamiento libre mínimo entre varillas de refuerzo según lo recomendado por la Norma 613-54 del ACI. El agua a emplear en la mezcla del concreto deberá ser limpia, libre de aceite, ácido o cantidades perjudiciales de material vegetal, álcalis y otras impurezas. El acero de refuerzo deberá cumplir la especificación ASTM A-305 con un límite fluencia de 40,000 lbs por pulgada cuadrada, de acuerdo a las especificaciones ASTM A-615-68, Grado 40. Todas las varillas deberán estar limpias y libres de escamas, trazas de oxidación avanzada, grasas y otras impurezas e imperfecciones que afecten sus propiedades físicas, resistencia o su adherencia al concreto.

## **Almacenaje de material**

El Cemento se almacenara en bodegas secas sobre tarimas de madera en estibas de no más de 10 sacos. El cemento debe llegar al sitio de la construcción en sus envases originales y enteros. No se utilizara cemento dañado o ya endurecido. Los áridos finos y gruesos se manejaran y almacenaran separadamente de manera tal que se evite la mezcla con materiales extrañas. Todas las varillas de acero de refuerzo se deberán proteger hasta el momento de usarse.

## **Acabado Interno de paredes**

En la parte interior de las paredes se aplicara un repello de 1.5 centímetros, con una proporción de una parte de cemento por tres partes de arena. Posterior al repello, se

aplicara un fino tipo espejo de cemento con textura lisa. Se tendrá especial cuidado con el curado de estos acabados, evitando agrietamiento por la falta de humedad.

### **Pruebas**

Esta consiste esencialmente en una prueba de impermeabilidad la cual se hará de la forma siguiente: Se debe llenar el tanque hasta la altura del rebosadero durante un periodo de 48 horas, reponiendo continuamente el agua que sea consumida por la saturación de los materiales que forman las partes del tanque. A continuación se dejara lleno el tanque por 72 horas mas no debiendo rebajar el nivel del agua más de 9 centímetros. Cualquier fuga deberá ser revisada por el Ingeniero y recomendar su reparación en la forma más adecuada sin que ello signifique costos extras.

### **Instalación de tubería**

#### **Recursos y procedimientos**

Todos los recursos tanto de materiales, mano de obra, herramientas, equipos, etc., para dejar instalada y en completa operación la red, serán suministrados por El Contratista, tanto para la instalación de tubería propiamente dicha como para sus elementos conexos, esto es, sin ser limitativo, accesorios de tubería, incluyendo las uniones y conexiones especiales, camisas de acople, válvulas, anclajes y bloques de reacción, pruebas de presión y estanqueidad, etc.; y actividades complementarias, tales como cortes y rectificaciones de tubería, baldeo y remoción de aguas, prueba, desinfección y limpieza de tubería, protección de obras terminadas, etc.

#### **Cortes y rectificaciones en tubería**

Los cortes en tubería son una actividad importante de controlar durante la ejecución del Trabajo, principalmente cuando fuere necesario instalar tramos de tubería intercalados con tubería existente, o la instalación de accesorios y válvulas, o bien, cuando es necesario cortar y rectificar tubos que han sufrido algún daño durante el transporte, manejo o acarreo al sitio de la obra. Asimismo, durante el desarrollo de la obra puede requerirse el uso de tubos de una longitud inferior al normal de fabricación, ya sea para la colocación de un accesorio, en un sitio previamente fijado o para efectuar curvas en el alineamiento, haciendo uso de las desviaciones permitidas para las juntas; en tales

casos, es preciso cortar la parte dañada o reducir un tubo normal a la longitud requerida, y rectificar luego los extremos del corte para proceder a efectuar las uniones.

a) Los tubos pueden cortarse haciendo uso de sierras de mano o con máquinas especiales "corta tubos". Las máquinas corta tubos pueden ser de discos, accionados con motores de gasolina, a presión o de cuchillas.

b) Los tubos se deberán cortar en ángulo recto, con relación a su eje, utilizando una sierra de mano de dientes finos y una caja de ingletes, o una sierra mecanizada de dientes finos con una guía apropiada. Se deberá remover totalmente la rebaba por medio de un cuchillo, lima, escariador o papel abrasivo.

c) Cualquiera que sea la máquina usada, al efectuar el corte es necesario tener presente las siguientes recomendaciones:

- Marcar con tiza, o con lápiz grueso, una línea que señale el corte que se va hacer. Ese corte deberá ser exactamente perpendicular al eje del tubo.
- El tubo deberá encontrarse firmemente sujeto para evitar que se mueva durante el corte.
- En caso de cortes fuera de la excavación, se deberá hacer girar el tubo a medida que se va cortando, de modo que la parte que debe cortarse, esté siempre del lado superior.
- No debe dejarse la extremidad del tubo sin apoyo, pues es posible que ese extremo se quiebre por su propio peso antes de completar el corte.

### **Rectificación o biselado de los extremos**

a) El corte deja una sección o borde vivo, que debe ser preparada para recibir la junta o unión de la tubería. La rectificación o biselado de los tubos puede hacerse a mano o con máquinas biseladoras especiales.

b) Cuando se trate de tubería de hierro fundido, la rectificación del borde dejado por el corte, puede ser hecha con un esmeril. Cuando se presentare el caso de trabajos en tubería de asbesto cemento (A.C.) existente y que al seccionarla no se disponga de una

máquina biseladora, el exceso de espesor será desbastado primeramente con una escofina, y el acabado se obtendrá con una lima de grano fino. Los golpes de escofina y de lima se aplicarán oblicuamente respecto al eje longitudinal del tubo.

c) Las ralladuras longitudinales o circunferenciales podrían comprometer la estanqueidad de la junta.

### **Instalación de las tuberías**

a) Antes de instalarse, los tubos serán alineados a un lado y a lo largo de la zanja y, si no hay inconvenientes, del lado opuesto al material de excavación, protegiéndose del tráfico y de la maquinaria pesada asignada a la Obra.

b) Se deben usar herramientas y equipos apropiados para manejar e instalar los tubos y accesorios, en una forma segura y satisfactoria, siguiendo en general las recomendaciones del fabricante. En el manejo de las tuberías debe evitarse el uso de métodos bruscos, tal como dejar caer los tubos.

c) El almacenamiento de la tubería debe ser hecho sobre suelo llano, exento de piedras, y de preferencia bajo cubierta y a la sombra.

d) El modo de bajar a la zanja los tubos depende de su peso. Los livianos serán descargados a mano; los de peso mediano, por medio de cuerdas; y los muy pesados, por medio de equipos mecánicos elevadores (tecles, grúas, etc.), no dejarlos caer sino depositarlos, no dejarlos rodar sobre pavimento o adoquinado, teniendo cuidado especial de que no se dañen los tubos.

e) Se revisará el interior de los tubos a instalarse, con el objeto de verificar su limpieza. Los accesorios a usarse en la tubería, serán igualmente revisados y sometidos a una limpieza general.

f) Para tubería de Ho. Fo. de espiga y campana deberá limpiarse cuidadosamente con un cepillo de alambre, de manera que tanto la campana como la espiga queden perfectamente libres de toda materia extraña.

g) La rasante de los tubos y accesorios, deberá ser terminada cuidadosamente y se formará en ella una especie de media caña a fin de que una cuarta parte de la

circunferencia de cada tubo y en toda su longitud quede en contacto con terreno firme y además se proveerá de una excavación especial para alojar las campanas.

h) Los extremos de los tubos que ya hayan sido instalados, serán protegidos con tapones de material aprobado por LA FIRMA SUPERVISORA, para evitar que tierra y otras suciedades penetren en los tubos.

i) La instalación de tubería de agua potable a través de carreteras, líneas férreas, cauces, puentes, etc., será protegida con una camisa consistente en tubos de mayor diámetro ya sea Ho.Fo. o acero, conforme encamisado que a continuación se detalla:

PARA TUBERÍA DE:

USAR CAMISA DE:

2"

4"

4"

8"

j) Cuando el zanjeo sea en forma de curva horizontal, con ángulos de deflexiones menores y radios de curvas muy grandes, la instalación podrá hacerse sin el uso de codos, aprovechando las desviaciones angulares permisibles que cada junta puede alcanzar, la cual será la especificada por el fabricante de la tubería.

Conviene recordar que el montaje se realiza a partir de tubos perfectamente alineados. La desviación sólo debe realizarse, después que el montaje de la junta se encuentre totalmente terminado.

k) En las zanjas con fuertes declives, será necesario anclar o asegurar los tubos que se van instalando, previendo que por su propio peso puedan deslizarse u originar defectos en sus uniones.

### **Juntas automáticas elásticas para tubería Ho.Fo**

a) El tubo de Ho.Fo. presenta un extremo liso y otro extremo acampanado. El extremo acampanado del tubo contiene en su interior:

i. Un alojamiento profundo, con tope circular de enganche, donde se introduce el anillo de hule de la Junta.

ii. Un amplio ensanchamiento que permite los desvíos angulares y longitudinales de los tubos.

b) El anillo de junta ofrece un cuerpo macizo, prolongado en dos labios gruesos dirigidos hacia el fondo del enchufe. El cuerpo presenta al exterior un tope circular limitado, en su parte posterior, por un chaflán de centrado, que se coloca en el enchufe.

c) Para unir dos tubos basta con introducir el extremo liso de uno de ellos y, aplicando una fuerza en su otro extremo, empujarlo dentro del enchufe del otro, previamente provisto de su anillo de junta.

d) El bisel del extremo liso permite introducir el tubo en el enchufe, sin deteriorar el anillo de la junta. La presencia de este bisel es por consiguiente necesaria, y debe ser tomado en cuenta en el caso de instalar un tubo que haya que cortar.

**Para el montaje se seguirán los siguientes pasos:**

a) Se limpiará cuidadosamente con un cepillo metálico y un trapo el interior del enchufe y, principalmente, el alojamiento del anillo de la junta. Se eliminarán también todos los restos eventuales de tierra, basura, etc. Así mismo, se limpiará el extremo liso del tubo a unir y el anillo de junta. Se verificará la presencia del bisel y la ausencia de cualquier daño en el extremo liso del tubo.

La inserción del anillo de empaque se facilita con la aplicación previa de una capa delgada de lubricante dentro de la campana y en el asiento de la parte redonda del anillo de empaque.

b) Se deberá comprobar el buen estado del anillo de junta e introducirlo en su alojamiento, dirigiendo los labios hacia el fondo del enchufe. Se comprobará también que el anillo de junta esté correctamente comprimido todo el contorno, eliminando cualquier deformación que obstaculice la entrada adecuada del extremo de espiga.

c) Para comprobación, se marcará en la parte lisa del tubo a unir, una señal cuya distancia al final del extremo liso sea igual a la profundidad del enchufe menos 1cm.

d) Se centrará el extremo liso en el enchufe y se mantendrá el tubo en esta posición, haciéndolo descansar sobre dos (2) montículos de tierra apisonada.



e) Se lubricará el extremo liso del tubo a conectarse e igualmente la superficie del anillo del enchufe que recibirá este extremo.

f) Seguidamente se introducirá en el enchufe el extremo liso del tubo a unir.

g) Se hará penetrar el extremo liso en el enchufe, verificando el alineamiento de los elementos a unir, hasta que la señal marcada en la parte lisa llegue a la vertical del canto del enchufe; no se deberá sobrepasar esta posición, para evitar el contacto de metal con metal entre los tubos y asegurar la movilidad de la junta.

Se hará uso de aparejos especiales para empujar el tubo y efectuar la junta, o con un trozo de madera en el otro extremo del tubo y empujar con dos barras.

### **Uniones especiales para tubería, juntas gibault**

a. Limpiar los extremos del tubo y componentes de la unión.

b. Colocar un flange o brida en el extremo de cada tubo que va a conectarse.

c. Colocar un anillo de hule en cada tubo, localizándolo en uno de ellos, a una distancia del extremo igual a la mitad de la longitud de la camisa menos 1/4" y en el otro tubo a una distancia del extremo un poco mayor que la longitud de la camisa. Hacer que el anillo se deslice hacia adelante y hacia atrás para obtener una tensión uniforme y cuadrarlo con el extremo de los tubos. Colocar la camisa en el extremo del tubo anterior.

d. Enfrentar el extremo del tubo que va a unirse, con el extremo del tubo que ya está conectado y alinearlos. Debe dejarse un espacio de 1/2" entre ambos extremos.

e. Deslizará la camisa contra el anillo y luego el otro anillo contra la camisa.

f. Debe deslizar los flanges (bridas) contra los anillos y apretarlos con sus respectivos pernos. El apretado de los pernos debe hacerse progresivo y alternamente en pernos opuestos, empezando preferiblemente por los de abajo.

### **Uniones especiales para tubería, unión universal**

Estas uniones se adaptan y cubren un amplio rango en los espesores de tubos de Acero, Ho. Fo., A. C. y PVC. Una unión universal consiste en un anillo cilíndrico central de acero, dos anillos laterales también de acero, dos empaques de hule (caucho) y un

juego de pernos de acero. Su forma de instalación es similar a la forma de instalación de la Junta Gibault. Al apretar los pernos se aproximan los anillos laterales apretando los empaques en el espacio entre ellos, el anillo central y la superficie del tubo

### **Instalación de válvulas y accesorios**

- a) Para instalaciones de válvulas, en lo que corresponde a excavación, cortes en la tubería y baldeo de aguas, deben seguirse los pasos explicados para estos conceptos en los artículos precedentes.
- b) Antes de proceder con la instalación de las válvulas, hidrantes y cualquier otro accesorio, El Contratista los examinará cuidadosamente. El accesorio encontrado defectuoso será separado para su correcta reparación o para su abandono.
- c) Las válvulas serán inspeccionadas para comprobar la dirección de apertura, libertad de operación, la fijeza de los pernos, la limpieza de las puertas de la válvula y especialmente el asiento, daños por el manejo y grietas.
- d) Las válvulas deberán ser instaladas en los lugares fijados por los planos o en los sitios indicados por LA FIRMA SUPERVISORA. Toda válvula deberá ser instalada de modo que su eje quede completamente vertical. Su instalación completa deberá comprender caja protectora, bloque de reacción y anclaje.
- e) Cuando se trate de accesorios y válvulas con extremos de brida, deberán usarse longitudes cortas de tubería en cada uno de los extremos. El objeto de esto es dar flexibilidad a la instalación. Cuando se tengan uniones flexibles no es necesario el uso de estas piezas cortas.
- f) Se instalará una caja de válvulas por cada válvula a ser instalada, sea ésta de compuerta, de retención o de mariposa. Todas las cajas de válvulas deberán ser colocadas de manera que no transmitan impactos o esfuerzos a la válvula, y deberán ser centradas y colocadas a plomo sobre la tuerca de operación de las válvulas. El terreno de la zanja sobre el cual habrán de descansar las cajas de válvulas, deberá estar perfectamente compactado para evitar asentamientos. Las cajas deberán armarse en forma segura, y deberán ser colocadas en forma tal, que la tapa quede a ras con la superficie del terreno natural o de la carpeta de rodamiento. La válvula limitadora de

caudal estará provista de un manhole de ladrillo de barro, con tapa metálica, similar a los usados en alcantarillado sanitario.

g) No se harán pagos por separado por la instalación de válvulas, accesorios y bloques de reacción, en la red o línea de conducción proyectada, (excepto las válvulas de limpieza, de aire y vacío y los hidrantes que aparecen como un ítem separado en La Lista de Cantidades y Actividades) debiendo su costo estar incluido en los precios unitarios ofrecidos en La Lista de Cantidades y Actividades por instalación de tubería.

### **Anclajes y bloques de reacción**

a) Accesorios en general, tales como Tees, Reductores, Codos, Tapones, Válvulas, etc., serán afianzados por medio de anclajes y bloques de reacción, a fin de impedir su desplazamiento bajo la presión del agua. Estos bloques son de concreto y deben extenderse hasta el suelo virgen de la pared de la zanja y opuesto a la dirección de empuje. La forma de los bloques dependerá del tipo de accesorios que se trata de afianzar. En los planos de detalles se muestran la forma y dimensiones de los bloques para cada accesorio en particular. Estas dimensiones suponen un asiento sobre terreno firme. En terreno poco consistente estas dimensiones deberán aumentarse. Es conveniente y necesario que el bloque no cubra las campanas o las uniones de los accesorios.

b) Cuando una unión se deflecta para formar una curva vertical, se presenta un empuje hacia arriba o hacia abajo, según la deflexión sea en uno u otro sentido. Si el empuje es hacia arriba, el peso del relleno deberá ser capaz de resistirlo; en caso contrario, será necesario usar como parte del relleno un material más pesado (balastro o concreto).

c) Si la deflexión se ha hecho en una curva horizontal, el empuje se presentará hacia afuera, y generalmente puede ser resistido apisonando muy bien el material de relleno, entre el tubo y la pared de la zanja. Sin embargo, cuando la calidad del terreno es mala y las presiones altas, puede ser necesario construir bloques de anclajes. Estos han de construirse entre el tubo y la pared de la zanja, nunca en la unión.

d) En las pendientes fuertes hay tendencia del relleno al deslizamiento, y puede arrastrar consigo la tubería. En la mayoría de los casos, basta apisonar muy bien en capas de 10cms hasta llegar al nivel natural del terreno o rasante de calle. Si por alguna razón se tiene un deslizamiento, deben construirse bloques de anclaje de manera que queden apoyados en el terreno firme que ha sido excavado. Estos bloques de anclaje pueden construirse a cada tercer tubo.

e) No se harán pagos por separado por la instalación de bloques de reacción y anclajes, debiendo su costo estar incluido en los precios unitarios ofrecidos en la instalación de tubería, accesorios y válvulas. Estos precios unitarios deben incluir todos los suministros de materiales, mano de obra y conexos necesarios en su totalidad.

### **Prueba de presión hidrostática y de estanqueidad**

a) La finalidad de las pruebas de presión a que debe someterse la instalación, es verificar que todas sus partes hayan quedado correctamente instaladas, y que los materiales empleados estén libres de defectos o roturas.

b) El objeto de la prueba no es la de verificar una vez más la calidad de los materiales, sino hallar averías posibles causadas por maltrato de la tubería o fallas en el montaje de las distintas partes de la línea.

c) Puesto que el objeto de la prueba es comprobar todas las partes de la instalación, es indispensable que el tramo que va a probarse se halle totalmente terminado; por tanto, debe verificarse que la tubería esté correctamente soportada, los bloques de anclaje estén contruidos y fraguados, y que las conexiones de hidrantes y domiciliars estén terminadas.

d) El material de relleno que se coloca por encima de la tubería será el suficiente para mantener el tubo en su posición, evitando que éste se levante debido a la elasticidad de las juntas. Las juntas deben mantenerse descubiertas para su inspección.

e) La prueba de la tubería se hace a medida que la obra progresa, y en tramos no mayores de 500 metros, aunque a criterio de LA FIRMA SUPERVISORA podrá variarse la longitud por razones de practicidad, tales como las facilidades de aislamiento por

válvulas y los tiempos de llenado y vaciado de las tuberías. La tubería se someterá a una prueba de presión hidrostática, equivalente a 1.5 veces la presión estimada de trabajo, no siendo inferior en ningún caso a 150 PSI. Estas presiones de prueba deberán mantenerse durante no menos de una hora.

f) En tubería de diámetro grande o longitud larga es necesario utilizar bomba con motor de gasolina para inyectar el agua de prueba.

g) Puesto que en algunos casos deberán probarse tramos de una línea, habrá que utilizar bloques de reacción temporales para este propósito. En este caso, no olvidar que el empuje en los extremos cerrados puede ser de varias toneladas; por consiguiente, el gato hidráulico, el tablón y las cuñas de madera que se usen para construir los bloques temporales, deben ser suficientemente fuertes y estar bien colocados para resistir este empuje.

h) Las válvulas mayores de 12" no podrán ser utilizadas para aislar tramos de tubería a ser probadas.

i) La pérdida de agua en la sección de tubería sometida a la presión indicada, y después de transcurrida una hora, dependiendo de su diámetro, no deberá ser mayor a la abajo indicada:

j) Los valores de la tabla están basados en una fuga permisible de 8.20 gpd/km de tubería por pulgada de diámetro (1.22 L/día/km de tubería por milímetro de diámetro de tubería) cuando es probada a 150 PSI (1034 kPa), con tubos de 6 metros de longitud. En el caso de usarse tubería de otras longitudes, tendrán que ajustarse los nuevos valores utilizando el valor unitario permisible.

k) Si es necesario, el volumen de fuga permisible puede ser determinado por el uso de la fórmula:

$$F = (n \cdot D \cdot (P)^{1/2}) / 3,700$$

Dónde:

F = Volumen de pérdidas permisible en la prueba de 1 hora; galones/hora.

n = Número de juntas en el tramo de prueba;

D = Diámetro nominal de la tubería en pulgadas;

P = Presión de prueba en libras por pulgada cuadrada;

l) En el uso de la fórmula debe tomarse en consideración que si la longitud de los tubos es diferente a 4 metros, el valor resultante debe corregirse proporcionalmente a la longitud real. Si el tubo fuera de 6 metros, por Ej., el valor de F debe multiplicarse por  $\frac{2}{3}$ .

m) Si las fugas en cualquier sección resulta mayor que la permisible, las fugas deben ser localizadas y reparadas, y la prueba repetida hasta que el volumen de pérdidas de agua quede dentro del rango permisible.

n) En la preparación, ejecución y después de efectuada la prueba, debe procederse como sigue:

- i. Verificar que todos los accesorios y los extremos muertos, tengan su bloque de reacción, y éstos estén sólidamente asentados. Debe haber transcurrido un tiempo de fraguado suficiente, un mínimo de tres (3) días, a menos que LA FIRMA SUPERVISORA apruebe otro tiempo, desde el colado del último bloque de reacción hasta la fecha de la prueba.
- ii. Proveer en todos los extremos de la tubería y donde se considere necesario, perforaciones de un tamaño apropiado, para permitir la expulsión del aire y una vez probada, lavar y evacuar por estos mismos puntos.
- iii. Rellenar en forma de montones, toda la extensión del tubo, dejando descubiertas las juntas.
- iv. La presión de prueba será alcanzada en forma gradual y no bruscamente. La llave de control será operada lentamente y sin brusquedad, a fin de evitar sobre presiones violentas que puedan dañar la tubería.

- v. La presión debe leerse en dos manómetros con Glicerina, de precisión adecuada y localizados en el punto de prueba. La lectura promedio será considerada como la presión de prueba. Ambas lecturas deben ser razonablemente iguales, con una tolerancia de 5 PSI, a menos que LA FIRMA SUPERVISORA acepte una desviación mayor, en cuyo caso para efectos de la prueba, la presión de prueba será la indicada por la menor lectura de manómetro.
- vi. Durante la prueba deben revisarse todas y cada una de las juntas y accesorios, a fin de detectar cualquier filtración.
- vii. Se mantendrá durante el período de prueba, la presión constante, mediante la inyección de agua. Si después de transcurrido el período de prueba, el manómetro señala algún descenso en la presión, debe alcanzarse la presión inicial y medir la cantidad de agua que ha sido necesaria para alcanzar este punto. La pérdida de agua acumulada no debe exceder a las recomendadas en la tabla anterior.

### **Protección de obras no terminadas**

Antes de dejar el trabajo al final del día, o por paros debido a lluvias u otras circunstancias, se tendrá cuidado de proteger y cerrar con barricadas y/o señales de peligro, las aberturas y terminales de los tubos que no hayan sido tapados, y cualquier material extraño que se encuentre deberá ser removido por cuenta de El Contratista.

### **Tubería P.V.C (Cloruro de Polivinilo)**

- a) Se deberá suministrar tubería de Cloruro de Polivinilo (PVC), designada por SDR-26, SDR-17 y SDR-13.5 según la Especificación Estándar ASTM D 2241.
- b) La tubería mayor o igual a 2" de diámetro será Clase SDR-26 del tipo de unión cementada o de junta flexible, tipo PUSH-ON o TYTON o JUNTA RAPIDA, es decir, que en el interior de uno de sus extremos traerá incorporado un empaque de caucho o neopreno donde se insertará el extremo libre del otro tubo, haciendo un sello perfecto.

c) En el caso que se requiriera utilizar tubería de 1", 1/2" de diámetro, deberá ser Clase SDR-17 del tipo de unión cementada...

d) Las propiedades físicas de las tuberías serán probadas de conformidad a la última versión de las Normas ASTM D2241, D1598 y D1599, para la presión sostenida, presión de estallido, integridad hidrostática, aplastamiento y calidad de la extrusión.

e) Todas las tuberías PVC deberán llevar marcado lo siguiente:

Marca del fabricante.

- i. Código de fabricación, designando como mínimo la fecha de fabricación.
  - ii. Diámetro nominal.
  - iii. Tipo, Grado, Valor SDR y la presión de servicio.
  - iv. ASTM D 2241.
  - v. Sello o marca del Laboratorio que certifica el producto para el transporte de agua potable.
- f) No se aceptarán materiales que contengan plomo y sus derivados, o materiales solubles en agua u otros que perjudiquen la calidad específica de la tubería.
- g) Dimensiones: Los diámetros, espesores de paredes y longitudes de la tubería serán determinados conforme a lo establecido por el Método de Prueba Estándar ASTM D2122-88.
- h) Longitudes Estándares: La tubería debe suministrarse en longitudes estándares de 20 pies $\pm$ 1 pulgada (6.1 m $\pm$ 25 mm). Un máximo del 5% de la longitud de cada diámetro puede suministrarse en longitudes variables que no sean menores a los 10 pies (3 m).

### **Empaques de caucho y lubricantes**

a) Los empaques y lubricantes proyectados para usarse con la tubería de PVC, deberán ser fabricados de material que sean compatibles el uno al otro con el material de plástico, cuando son usados juntos. El material no deberá soportar el crecimiento de bacterias ni adversamente afectar la calidad potable del agua que está siendo transportada.



b) Los empaques de caucho de la tubería PVC serán moldeados en una sola pieza y serán conforme con los requerimientos de ASTM F477 para aplicación de alta carga hidráulica.

### **Accesorios P.V.C**

a) Todos los accesorios serán Cédula 40.- Los accesorios podrán ser del Tipo Junta rápida (Push On) o para junta cementada.

b) Los Adaptadores Hembra (female adapter) y Adaptadores Machos (male adapter) de ½" tendrán un extremo liso y el otro extremo roscado S. T. (Slip x THREAD).

c) Para el caso de las Abrazaderas de 2" x 1/2", rosca recta en la boca de servicio, deberá cumplir la Norma ASTM D-2466-74, para una presión de trabajo de 250 PSI. Otros nombres utilizados para las abrazaderas son collares de derivación o silletas roscadas (threaded services addle). Los pernos y tuercas utilizados serán de bronce o acero con tratamiento especial anticorrosivo.

### **Pegamento P.V.C**

El pegamento a suministrarse debe cumplir con la Norma D-2564, la cual rige las Especificaciones para Cemento Solvente. Esta es una solución de PVC clase 12454-B.- Debe suministrarse en recipientes de 1/4 de galón o menor.

### **Accesorios y válvulas de Hierro Fundido**

El Oferente deberá e instalar, completas con todos sus componentes y accesorios, las válvulas, mostradas en los planos y especificadas aquí, incluyendo todas las piezas, aditamentos y piezas de transición requeridas para una instalación completa y operable.

Todas las válvulas se construirán con materiales de primera calidad, con características de resistencia, desgaste y resistencia a corrosión completamente adecuadas al servicio para la cual está asignada cada válvula.

Todas las fundiciones de cuerpos de válvulas deberán ser limpias, sanas, y sin defectos de ninguna clase. No se permitirán taponaduras, soldaduras o reparación de defectos.

Las válvulas deberán tener extremos de brida. Las dimensiones del taladrado de las bridas serán conforme con la norma ISO 7005-2, en la presión nominal del aparato que aplique. Las dimensiones cara a cara entre bridas de las válvulas cumplirán con las especificaciones de la norma ISO 5752.

Las válvulas serán probadas en fábrica de acuerdo a las especificaciones de la norma ISO 5208 en su última versión.

Válvulas requeridas por el proyecto:

**a. Válvulas de compuerta**

Serán fabricadas conforme a las Normas AWWA C-509 última versión. Las válvulas de compuerta ofertadas serán de hierro fundido ASTM A 126, del tipo de cierre elástico, vástago de bronce no levadizo (NRS RESILIENT SEATED GATE VALVE), con la compuerta o cuña de hierro fundido, encapsulada en elastómero, diseñada para una presión de trabajo de 200 PSI.

Las válvulas vendrán provistas de volante con cierre en el sentido de las agujas del reloj para operarlas; interior y exteriormente llevaran un revestimiento protector de 250 micras de espesor conforme norma AWWA C550 y tendrán bridas en los extremos, según especificaciones ISO PN16, con sus respectivos compañeros de brida de hierro fundido, con rosca hembra I.P. (Female Iron Pipe Threads) hilo soldable, pernos con sus tuercas y empaques.

**b. Válvula de aire**

En esta válvula se combinan una válvula de aire y vacío y una automática. La válvula combinada libera aire durante el llenado de la tubería, permite la entrada del aire cuando la tubería se vacía y purga el aire atrapado en el sistema presurizado. La válvula está destinada al funcionamiento con presiones superiores a 16 bar, hasta 100 bar y deberán tener extremos bridados conforme la norma ISO PN16.

El flotador deberá ser de polipropileno, con cuerpo de hierro fundido dúctil, tamaño de entrada de 4", las conexiones de las bridas conforme la norma ISO PN16.

### **c. Válvula de control de nivel**

Las características de estas válvulas permitirán controlar el llenado de los tanques e interrumpirlo cuando el mismo alcance su nivel máximo evitando el desborde del agua a través del rebosadero.

Los componentes de la válvula serán el cuerpo de hierro fundido según norma 2531, con extremo bridado ISO PN 16, protegida exterior e interiormente con un revestimiento epóxico.

La válvula será del tipo Y de flujo de dos vías, con accionador doble cámara compuesto por disco de cierre, eje de válvula y rodamiento, además deberá estar provisto de indicador de posición y una válvula de aguja para regular su velocidad de cierre.

### **Accesorios y piezas especiales de hierro dúctil**

Se denominará así, a todos los accesorios con enchufes o bridados de Hierro Fundido Dúctil, que sean necesarios para realizar el trazado de la tubería o para la conexión con válvulas u otro elemento especial. Todas las bridas deben ser fabricadas y taladradas bajo la norma ISO 7005 parte 2, y cumplir todas las especificaciones aquí descritas.

Los accesorios y piezas especiales de fundición dúctil serán fabricados en conformidad con la norma ISO 2531.

Las piezas especiales se fabricarán con enchufes o bridadas con excepción de los manguitos que serán de junta mecánica. La arandela de junta de bridas tendrá un espesor mínimo de 3 mm y estará reforzada si fuere necesario.

El material utilizado para los anillos de junta (automática, mecánica o de brida) será un elastómero conforme con la norma ISO 4633; en la norma ISO 2230 se determinan las condiciones más adecuadas para el almacenamiento de los elastómeros vulcanizados.

## **Cajas de válvulas**

- a) Las Cajas de Válvulas serán suministradas para utilizarse con las válvulas de 2" y mayores, deberán ser de hierro fundido de tres (3) piezas ajustables del tipo deslizante, con piezas ascendentes de aproximadamente cinco (5) pulgadas de diámetro, o un equivalente aprobado. Las bases de las Cajas de Válvulas deberán ser diseñadas para alojar la tuerca de maniobra de la Válvula de acuerdo con su tamaño y para ser soportada por el relleno de suelo, sin apoyarse en la Válvula o la tuerca. Las Cajas de Válvulas deberán ser adecuadas para ser usadas con Válvulas que tengan una cobertura de relleno de 1.20 metros.
- b) Deberán tener suficiente rugosidad y resistencia para soportar las cargas de impacto y choque resultantes del tráfico de vehículo.
- c) La tapadera de la caja estará diseñada de tal manera que permanezca firmemente asentada cuando esté sujeta al paso de los vehículos.
- d) Las tapas de las Cajas de Válvulas deberán estar marcadas con la palabra "AGUA", y deberán ser suministradas con cadenas, para evitar actos de vandalismo.
- e) Las cajas serán similares a la serie 6865 del mini catálogo Tyler Pipe, No. 771. Por cada diez (10) cajas se proporcionará una llave de acero tipo T para operación de las válvulas suministradas.

## **Unidades de operación y control (UOC)**

Las unidades de Operación y Control es una estructura a construirse a la entrada de la urbanización sobre la red de distribución, y consistirá en un pozo de visita en el cual se instalará un macromedidor con su filtro de H°F° de 100mm, previo y después de este registro deberán colocarse válvulas compuerta del mismo diámetro. Los detalles constructivos se pueden observar en los planos respectivos y las especificaciones constructivas estarán relacionadas a los siguientes Items de este documento: 7.6.4 Excavación, relleno y compactación; 7.6.8.5 Macromedidores; 7.6.8.6 Manómetros; 7.6.9 Concreto colado en el sitio; 7.6.10 Refuerzo de concreto; 7.6.11 Encofrado y formaletas para concreto; 7.6.12 Mampostería; 7.6.15 Instalación de tuberías; 7.6.15.9

Instalación de válvulas y accesorios; 7.6.15.10 Anclajes de bloques de reacción; 7.6.1.5. Accesorios y válvulas de hierro fundido.

### **Tuberías y accesorios de hierro fundido dúctil (HFD)**

La tubería y accesorios de HFD a suministrarse serán conforme con los requerimientos de la Norma Internacional ISO 2531.

El espesor nominal de la pared metálica de los tubos se calculara de acuerdo con la fórmula del numeral 4.2.3.1 de la norma ISO 2531. En el formulario de cantidades y precios se especifica cual es la clase de tubería solicitada.

Los tubos de HFD estarán revestidos interiormente de mortero de cemento en conformidad con la norma ISO 4179. El cemento será de alto horno o tipo portland. Los tubos serán revestidos exteriormente de zinc metálico por electro deposición de alambre de zinc, en conformidad con la norma ISO 8179 parte 1; la cantidad promedio de zinc depositada no será inferior a  $200 \text{ gr/m}^2$ . Después del zincado los tubos serán revestidos con una capa de pintura bituminosa; el promedio de espesor de la pintura bituminosa no será inferior a 70 micrones, en conformidad con la norma ISO 8179 parte 1.

Las juntas con enchufe serán de tipo automático. El material utilizado para los anillos de junta será un elastómero conforme con la norma ISO 4633. En la norma ISO 2230 se determinan las condiciones más adecuadas para el almacenamiento de los elastómeros vulcanizados.

### **Marcado de los tubos**

En conformidad con la norma ISO 2531, los tubos deberán presentar las siguientes marcas:

- Directo de fundición y localizado en el fondo del enchufe:
- Nombre del fabricante y/o marca comercial.
- Diámetro nominal del tubo
- Un identificativo de que el material del tubo es fundición dúctil
- Año de fabricación.

- Marcado con pintura en el cuerpo del tubo
- La marca del fabricante
- La clase de presión del tubo
- La referencia a la norma de fabricación ISO 2531.

Para efectos de trazabilidad, los tubos deberán presentar pintado, en fundición o estampado en frío un número de identificación.

### **Sistema de cloración**

El equipo de cloración será un inyector hidráulico, el sistema estará conformado por los siguientes elementos:

1.-Barril de plástico de polietileno de alta densidad con resistencia a los rayos solares con capacidad de 55 galones en donde se hará la solución de hipoclorito de calcio.

2.-Base de concreto de 3000 psi de dimensiones 1m x 1m x 0.2m, en donde descansara el barril.

3.-Inyector hidráulico.

El Contratista será responsable de estudiar concienzudamente, de investigar todos los datos, que su experiencia en el ramo le indiquen ser necesarios para hacer una correcta instalación del clorador que ofrece y deberá suplir todos los accesorios, conectores y tuberías que el fabricante recomienda para una correcta instalación.

El Contratista deberá estar enterado de todas las particularidades de instalación a que sea destinado el aparato y de las especiales condiciones en que opera para garantizar un correcto funcionamiento del equipo.

El Contratista será responsable de estudiar concienzudamente, de inquirir todos los datos que su experiencia en el ramo le indiquen ser necesarios para hacer una correcta instalación del Sistema de Cloración y deberá suplir todos los accesorios, conectores y tuberías que el fabricante recomienda para una correcta instalación.

### **Planos constructivos**

